

PRIROČNIK
ZA INŽENIRJE
IN ARHITEKTE:
VROČE POCINKANJE

Zveza pocinkovalcev zagotavlja
preverjene materiale v skladu z
RIBA CPD:

Viri:

- »The Engineers & Architects' Guide:
Hot dip Galvanizing«
- »The Engineers & Architects' Guide
to Nuts and Bolts«



PRIROČNIK ZA INŽENIRJE IN ARHITEKTE: VROČE POCINKANJE

Izdala in založila: Pocinkovalnica d.o.o.

Zanj: Simon Bastl

Produkcija: Fit media d.o.o.

Besedilo: Zveza pocinkovalcev (Galvanizing Association)

Fotografije: Peter Marinšek, Simon Bastl

Grafična priprava: Andrej Mohorič

Jezikovni pregled: Klara Pavšer Stropnik

Tisk: Eurograf

Število izvodov: 5.000

Celje, september 2007

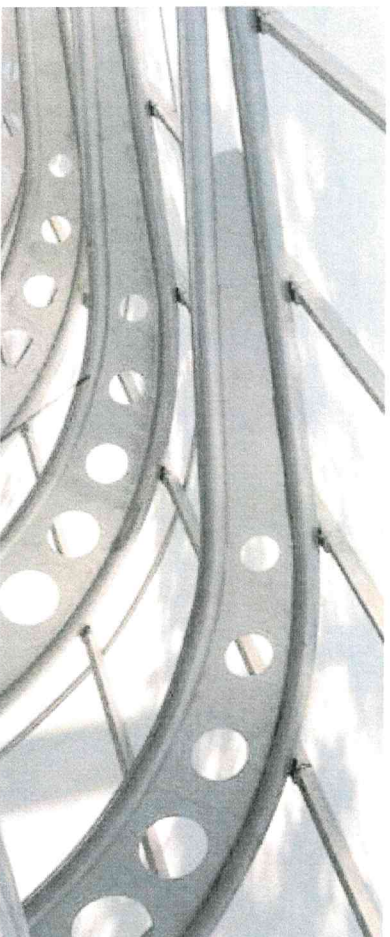
CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

669.586.5:620.197(035)

VROČE pocinkanje : priročnik za inženirje in arhitekte /
[besedilo Zveza pocinkovalcev ; fotografije Peter Marinšek, Simon
Bastl] - Celje : Pocinkovalnica, 2007

1. Galvanizing Association (West Midlands)
2347/55584

TEMA	VSEBINA	STRAN	
1. POGlavJE VROČE POCINKANJE IN TRAJNOSTNA GRADNJA	<ul style="list-style-type: none"> - Vroče pocinkanje in okolje - Reckliranje 	<ul style="list-style-type: none"> - Cink – naraven in bistven element za zdravje in okolje - Galvaction 21 – premik industrije vročega pocinkanja v prihodnost 	6
2. POGlavJE PREDSTAVITEV VROČEGA POCINKANJA	<ul style="list-style-type: none"> - Priprava - Postopek vročega pocinkanja - Prevlaka 	<ul style="list-style-type: none"> - Debelina prevleke - Naknadna obdelava vroče pocinkanih izdelkov - Dimenzije izdelkov 	10
3. POGlavJE FIZIČNE LASTNOSTI	<ul style="list-style-type: none"> - Kohezija 	<ul style="list-style-type: none"> - Trdota 	14
4. POGlavJE PROTIKOROZIJSKA UČINKOVITOST	<ul style="list-style-type: none"> - Odpornost na atmosfersko korozijo 	<ul style="list-style-type: none"> - Učinkovitost v drugih okoljih 	16
5. POGlavJE KAKO VROČE POCINKANJE ŠČITI JEKLO	<ul style="list-style-type: none"> - Mejna zaščita 	<ul style="list-style-type: none"> - Zaščitno delovanje 	20
6. POGlavJE STROŠKI IN EKONOMIČNOST	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomičnost - Začetni stroški - Skupni stroški 	<ul style="list-style-type: none"> - Stroški vzdrževanja - Primer 	22
7. POGlavJE SPECIFICIRANJE VROČEGA POCINKANJA	<ul style="list-style-type: none"> - Standardi - Debelejša prevleka - Spojni i in vezni elementi 	<ul style="list-style-type: none"> - Čas, potreben za vroče pocinkanje - Izgled - Dvojni zaščita – sistem duplex 	26
8. POGlavJE KONSTRUIRANJE IZDELKOV ZA VROČE POCINKANJE	<ul style="list-style-type: none"> - Odzračevanje, izhod zraka in iztok cinka - Sestava kovin in kombinacije - Dimenzije - Spojni in vezni elementi - Prekrivajoče se površine pločevine - Odlitki - Tečaji in drsni elementi - Termične deformacije 	<ul style="list-style-type: none"> - Trdnost - Varjenje - Označevanje in etiketiranje - Zaščita površin, ki jih nočemo pocinkati - Tečaji in drsni elementi - Ravnanje z izdelki - Nečista površina jekla 	28
9. POGlavJE KAKOVOST IN PREGLED	<ul style="list-style-type: none"> - Zagotavljanje kakovosti - Merjenje teže in debeline zaščite 	<ul style="list-style-type: none"> - Zunanji izgled - Obnova poškodovane zaščite 	38
10. POGlavJE SPAJANJE VROČE POCINKANEGA JEKLA	<ul style="list-style-type: none"> - Vroče pocinkanje navojnih spojev in veznih elementov 	<ul style="list-style-type: none"> - Varjenje vroče pocinkanega jekla - Preprečevanje rje na zvarih 	42
11. POGlavJE BARVANJE IN PRAŠNO LAKIRANJE POCINKANEGA JEKLA	<ul style="list-style-type: none"> - Priprava vroče pocinkanega jekla - Navodila: predpriprava za barvanje 	<ul style="list-style-type: none"> - Navodila za barvanje - Navodila za prašno lakiranje 	44
12. POGlavJE POMEMBNI STANDARDI	<ul style="list-style-type: none"> - Slovenski standardi - Evropski standardi - Ostali uporabni standardi - Britanski standardi - Standardi ASTM 	<ul style="list-style-type: none"> - Standardi DIN - Švedski standardi - Standardi ISO - Avstralski standardi 	46
13. POGlavJE SVETOVALNE STORITVE	<ul style="list-style-type: none"> - Dodatne informacije 		48
14. POGlavJE TRADICIJA VROČEGA POCINKANJA V SVETU IN SLOVENIJI			49
15. POGlavJE SLOVARČEK STROKOVNIH IZRAZOV			50



JEKLO JE MOČAN, RAZNOGLIK IN POCENI MATERIAL, UPORABEN V RAZLIČNIH INDUSTRIJAH. IMA PA VELIKO POMANJKLIVOST, IN SIGER TO, DA NIJI V NOTRANJNJIH PROSTORIH NI ODPOREN NA KOROZIJU. ZAŠČITA PRED KOROZIJU JE ZATO BISTVENA ZA ZAGOTAVLJANJE EKONOMIČNOSTI JEKLENIH KONSTRUKCIJ.

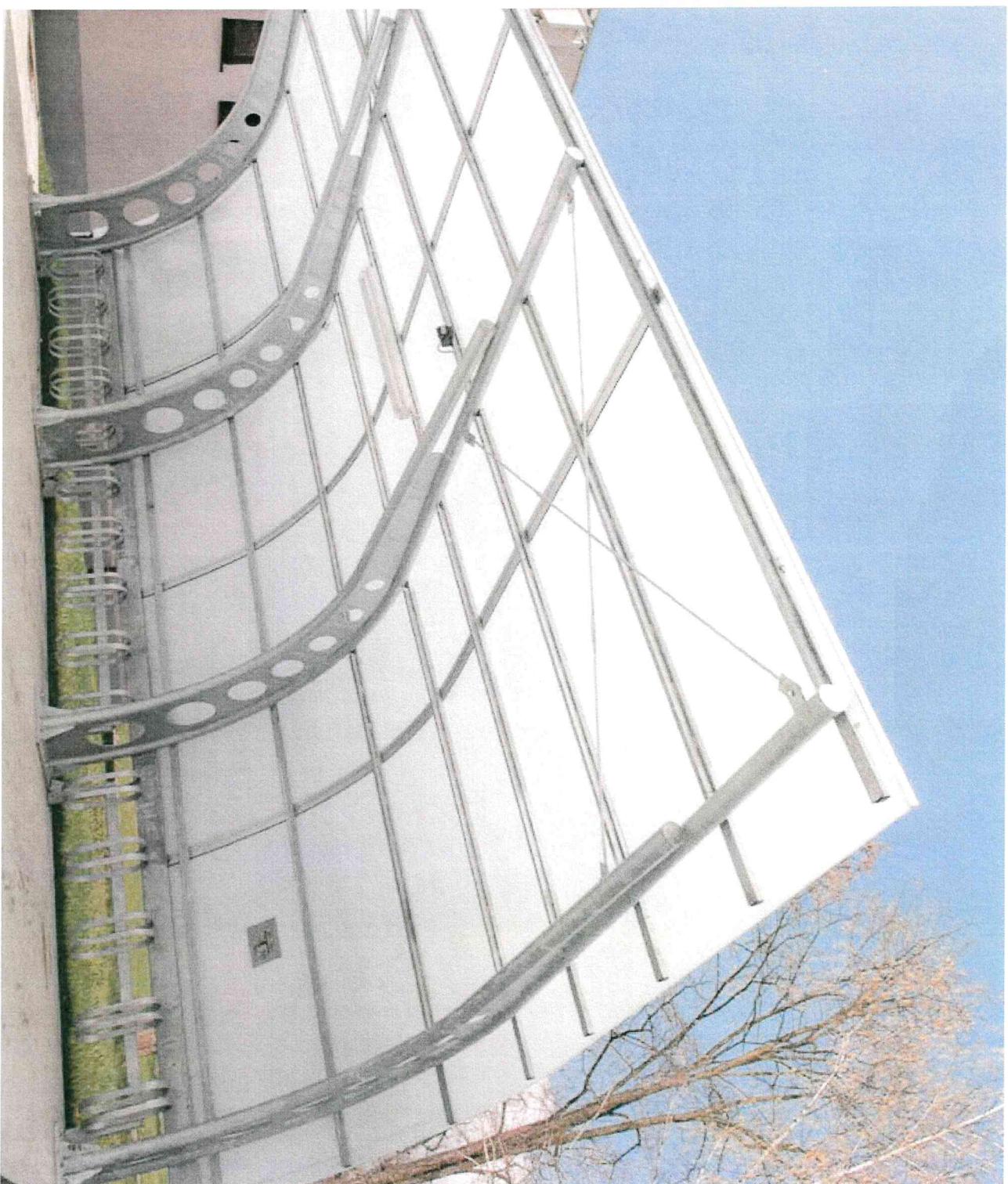
DANES OKREPLJENA OZAVEŠČENOST O DOLGOROČNEM PRIHRANKU, KI GA OMOGOČAJO ZMANJŠANI STROŠKI VZDRŽEVANJA, IZPOSTAVILJA POTREBO PO VZDRŽLIVIH ZAŠČITNIH PREAMAZIH ZA JEKLO. TA PRIROČNIK JE NAMENJEN NAČRTOVALCEM, ARHITEKTOM, IZDELOVALCEM IN UPORABNIKOM JEKLENIH IZDELKOV KOT POMOČ PRI RAZVLJANJU NAJUČINKOVITEJŠIH IN NAJBOLJ EKONOMIČNIH REŠITEV.

Vroče pocinkanje ima kot metoda za zaščito pred korozijo veliko koristi. Poglejvite lastnosti:

- zaščita jekla z dolgo in predvidljivo življenjsko dobo, ki ne potrebuje vzdrževanja;
- visoka konkurenčnost ob enkratnem plačilu;
- najbolj ekonomičen način za dolgoročno zaščito jekla;
- trajna rešitev.

Priročnik je pripravila Zveza pocinkovalcev (GA – Galvanizing Association), ki predstavlja britansko in irsko industrijo na področju vročega pocinkanja. Priročnik je za slovenski trg prilagodilo podjetje Pocinkovalnica d.o.o. iz Celja, član Zveze pocinkovalcev. Vsebuje bistvene informacije za arhitekta in svetovalec inženirje ter druge informacije, ki so uporabne pri izbiri sistema za zaščito pred korozijo.

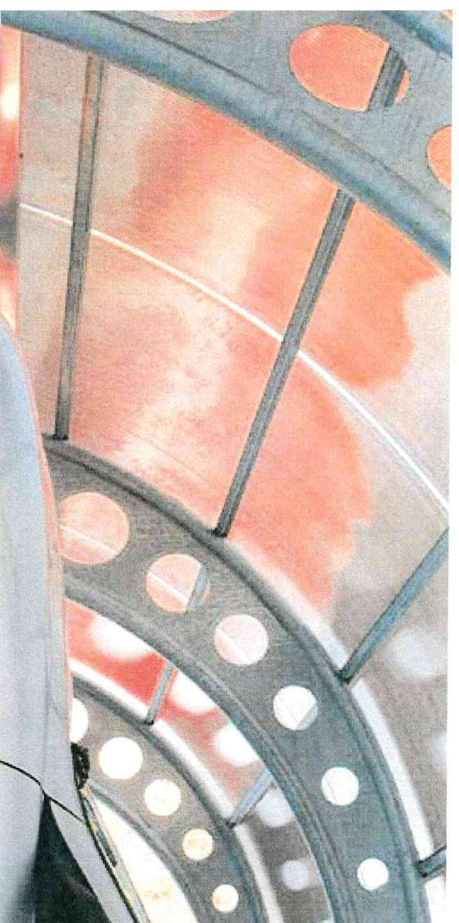
Priročnik podrobneje opisuje zaščito z vročim pocinkanjem, kraj in čas uporabe ter načine specifičiranja. Navaja tudi informacije o postopku in ekonomskih prednostih pocinkanja. Zveza pocinkovalcev (GA – Galvanizing Association) od svoje ustanovitve leta 1949 za uporabnike in tiste, ki o tem še razmišljajo, zagotavlja veljavne informacije in nasvete v zvezi z vročim pocinkanjem.



1. POGlavJE

VROČE POCINKANJE IN TRAJNOSTNA GRADNJA

TEHNOLOGIJE PRIHODNOSTI BODO TEMELJILE NA MAJHNI PORABI ENERGIJE IN MAJHNH KOLIČINAH ODPADKOV. VROČE POCINKANJE JE REŠITEV, KI TEMELJI NA POSTOPKU RECIKLIRANJA IN ZMANJŠA POTREBO ZGRADB IN KONSTRUKCIJ PO ENERGIJI.



VROČE POCINKANJE IN OKOLJE

Če upoštevamo prizadevanja družbe za trajnost, je pritisk na svetovno industrijo, da bi sprejela okoljsko odgovornost za svoje dejavnosti, popolnoma upravičen.

Filozofija trajnosti je precej preprosta in skuša zagotoviti boljše kakovost življenja za vse – zdaj in še posebej za prihodnje generacije. Koncept temelji na zdraven razumu in na podlagi trdnih meril in načel. Izpolnjeni morajo biti štirje cilji:

- družbeni napredek, ki upošteva potrebe vsakogar;
- vzdrževanje visokih in stabilnih stopenj gospodarskega razvoja in zaposlovanja;
- učinkovito varstvo okolja;
- smotrna raba naravnih virov.

Ob učinkovitem varstvu okolja in smotrni rabi naravnih virov je treba poudariti, da zaščita, ki nastane z vročim pocinkanjem, ne potrebuje popravil in bistveno prispeva k trajnosti gradnji.

Pocinkanje, zaščita železa in jekla s cinkom, je verjetno najbolj okolju prijazen in dostopen postopek protikorozijske zaščite. Po ocenah korozija porabi okrog 4 % BDP v ZDA. Dobra protikorozijska zaščita je učinkovito sredstvo za zmanjšanje potreb po energiji, ki jih imajo zgradbe in konstrukcije.

Vsakih 90 sekund se po vsem svetu ena tona jekla spremeni v rjo, na vsaki dve izdelani toni jekla ena zamenja rjo.

Z uporabo vročega pocinkanja za zaščito pred rjo na vsako tono zaščitenega jekla prihranimo toliko energije, da zadovoljimo nekajtedenske potrebe povprečne družine po energiji.

Pocinkanje – uporaba cinka za zaščito jekla – je dolgoročno učinkovito. Gre za prihranek energije in naravnih virov ob minimalnem vplivu na okolje. Vroče pocinkanje desetletja ščiti jeklene konstrukcije in vzdrževanje zmanjša na minimum.

Cink, naravni element, ki zagotavlja protikorozijsko odpornost, je nepogrešljiv za ljudi, živali in rastline.

V postopku vročega pocinkanja izdelke iz železa ali jekla potopimo v kotel s cinkovo talino. Cink, ki

ne oblikuje prevleke na kovini, ostane v talini za nadaljnjo uporabo. Odpadke in cink, ki nastanejo pri vročem pocinkanju, je mogoče predelati za nadaljnjo uporabo.

Za nadaljnjo uporabo se, poleg tako pridobljenega cinka, porabi tudi cink iz drugih virov, npr. odpadni cink, ki se pogosto predela za vroče pocinkanje. V postopku izdelave jekla lahko pocinkano jeklo recikliramo z drugim odpadnim jeklom.

Tudi izboljšave učinkovitosti načina ogrevanja so bistveno izboljšale energijsko učinkovitost segrevanja cinkovih peči. Toplotna energija, ki se sprosti pri procesu pocinkanja, ni izgubljena, ampak se porabi za segrevanje predobdelovalnih kemikalij ali celo za sušenje obdelovanca pred potopitvijo v cinkovo talino.

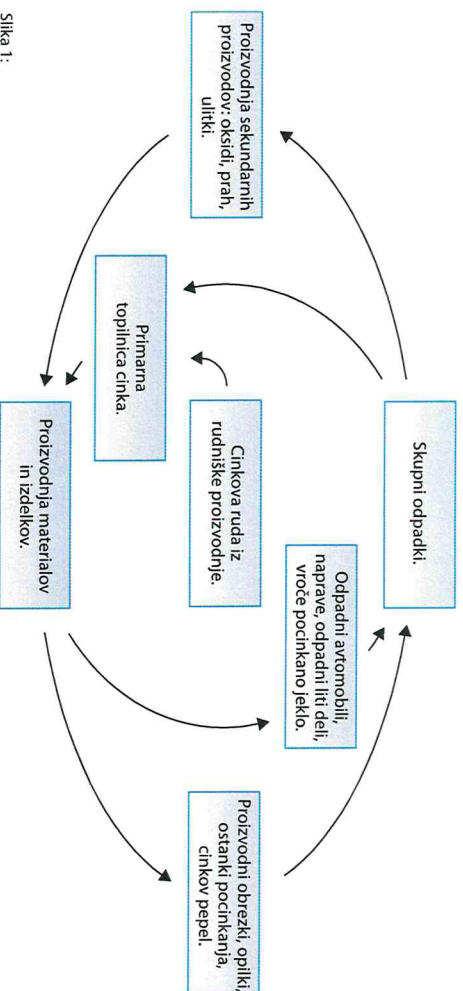
Industrija vročega pocinkanja je zavezana razumevanju in izboljševanju okoljske uspešnosti postopka in izdelkov do konca njihove življenjske dobe. Zveza pocinkovalcev je nedavno pomagala pri ustanovitvi panevropske okoljske evidence življenjskega ciklusa za splošno pocinkanje. S pomočjo omenjene baze podatkov bo pri dodeljevanju okoljskih potrdil in pri drugih postopkih ocenjevanja življenjskega cikla mogoče upoštevati uporabo vroče pocinkanih jekel.

Emisije iz postopka vročega pocinkanja

Emisije iz postopka vročega pocinkanja so zelo nizke. Vodne odplake – odpadne tekočine, ki vsebujejo predvsem izrabljene kisline, uporabljene za jeklo – odstranijo pooblaščen podjetja za ravnanje z odpadki, kot je predpisano, in s tem zaščitijo površinske vode ter podtalnico. Uporabljene kisline se vedno pogosteje uporabljajo za nevtralizacijo drugih odpadkov in pri izdelavi kemikalij za čiščenje vode. Industrija je v zadnjih letih z zmanjševanjem količine uporabljene kisline na tono pocinkanega jekla zelo povečala porabo procesnih kemikalij.

Emisije v ozračje so zelo nizke in so strogo določene s predpisom o varstvu okolja. Peči za vroče pocinkanje morajo preprečevati emisijo delcev v ozračje. To uspešno dosežejo z uporabo tunela s filtri. Rezultati raziskav programa za najboljše prakse okoljske tehnologije so pokazali, da pocinkovalci porabijo manj kot 25 litrov vode na tono izdelka v primerjavi z 2000 litri v splošni kovinski industriji.





Slika 1:
Postopek reciklaže cinka iz vroče pocinkanega jekla.

RECIKLIRANJE

Cink je primarna surovina za vroče pocinkanje.

Cink je neželezna kovina, ki se lahko reciklira sama. Recikliramo ga lahko neomejeno dolgo, ne da bi se pri tem poslabšale njegove fizikalne ali kemične lastnosti. To je velika prednost vročega pocinkanja, saj tako zagotavljam o okoljsko trajnost in cenovno učinkovitost. Okrog 30 % (2 milijona ton) svetovne porabe cinka izhaja iz recikliranih virov. Ta številka narašča s povečano okoljsko ozaveščenostjo in izboljšavami v tehnologiji recikliranja.

Po nekaterih ocenah je 80 % cinka, dostopnega za reciklažo, dejansko že recikliranega z obstoječo tehnologijo. To pomeni, da je večina cinka, ki je danes v uporabi, že bila uporabljena.

Cinkova zaščita na jeklu ne omejuje njegovih sposobnosti za recikliranje. Pocinkano jeklo se reciklira skupaj z drugimi jeklenimi odpadki, ki nastanejo v

proizvodnem postopku, cink hitro izhlapi in se zbira za ponovno uporabo. Drugi primeri uporabe in trgov, kjer je mogoče uporabiti reciklirani cink:

- cinkovi oksidi – farmacevtski izdelki, živila, gnojila in za sušenje gume;
 - cinkov prah – barve, kemikalije, maziva, baterije in pri pridobivanju zlata;
 - zlitine z drugimi kovinami – lite v manjše dele za naprave, strojno opremo, elektroniko in igrače.
- Uporaba cinka pri vročem pocinkanju je izredno učinkovita, saj višek staljenega cinka steče nazaj v talno.

Med postopkom nastanejo trije stranski izdelki: znes cinka in železa, imenovana trdi cink, cinkov pepel in posnemki oksida. Vsi vsebujejo cink, ki ga pridobivajo in reciklirajo specializirana podjetja. Reciklirani cink se pogosto vrne pocinkovalcu. Cinkov oksid, ki se pridobiva tudi iz pepela, nastalega pri vročem pocinkanju, se uporablja v farmacevtski in kozmetični industriji.

CINK – NARAVEN IN BISTVEN ELEMENT ZA ZDRAVJE IN OKOLJE

Cink je pomemben za življenje. Naravni element, ki je prisoten v vseh rastlinah in živalih, je pomemben za zdravlje kože, zob, kosti, nohtov, las, mišic, živec in možganskih funkcij. Cink in njegove različne oblike se pojavljajo v več kot 200 encimih in hormonih v človeku.

Pomanjkanje cinka je znana zdravstvena težava. Priporočen dnevni vnos cinka (RDA) za odraslega moškega je 15 mg, to pa je vrednost, ki jo zlahka dosežemo z uravnoteženo prehrano, v kateri sta meso in zelenjava. Nekateri ljudje potrebujejo več cinka kot drugi, nosečnice in doječe matere lahko potrebujejo do 19 mg cinka na dan. Pri starejših osebah lahko zaradi okrnjenega prehranjevanja pride do popolnega pomanjkanja cinka in zato morajo prejemati cink v nadomestkih.

Cink je sedemnajsti najbolj pogost element v Zemljini skorji. Večina kamnin vsebuje cink v različnih količinah. Cink je naravni element, ki ga lahko najdemo

v zraku, vodi in prsti. Zaradi naravnega preprevanja in erozije kamnin, prsti, usedlin ter izbruhov vulkanov in gozdnih požarov majhen, vendar pomemben del naravnega cinka neprestano kroži v naravi.

Naravna koncentracija cinka v različnih okoljih, imenovana naravna stopnja, je, glede na lokacijo, lahko različna. Živali in rastline na določenih območjih so razvile sposobnost sprejemanja cinka iz okolja in njegove uporabe v specifičnih prebavnih funkcijah. Vsi organizmi so pripravljeni na naravne koncentracije cinka, ki niso stalne, ampak se razlikujejo glede na letni čas. Organizmi imajo mehanizme, ki uravnavajo notranjo stopnjo cinka. Če sprejemne stopnje padejo prenizko, se lahko pojavi pomanjkanje in pride do posledic.



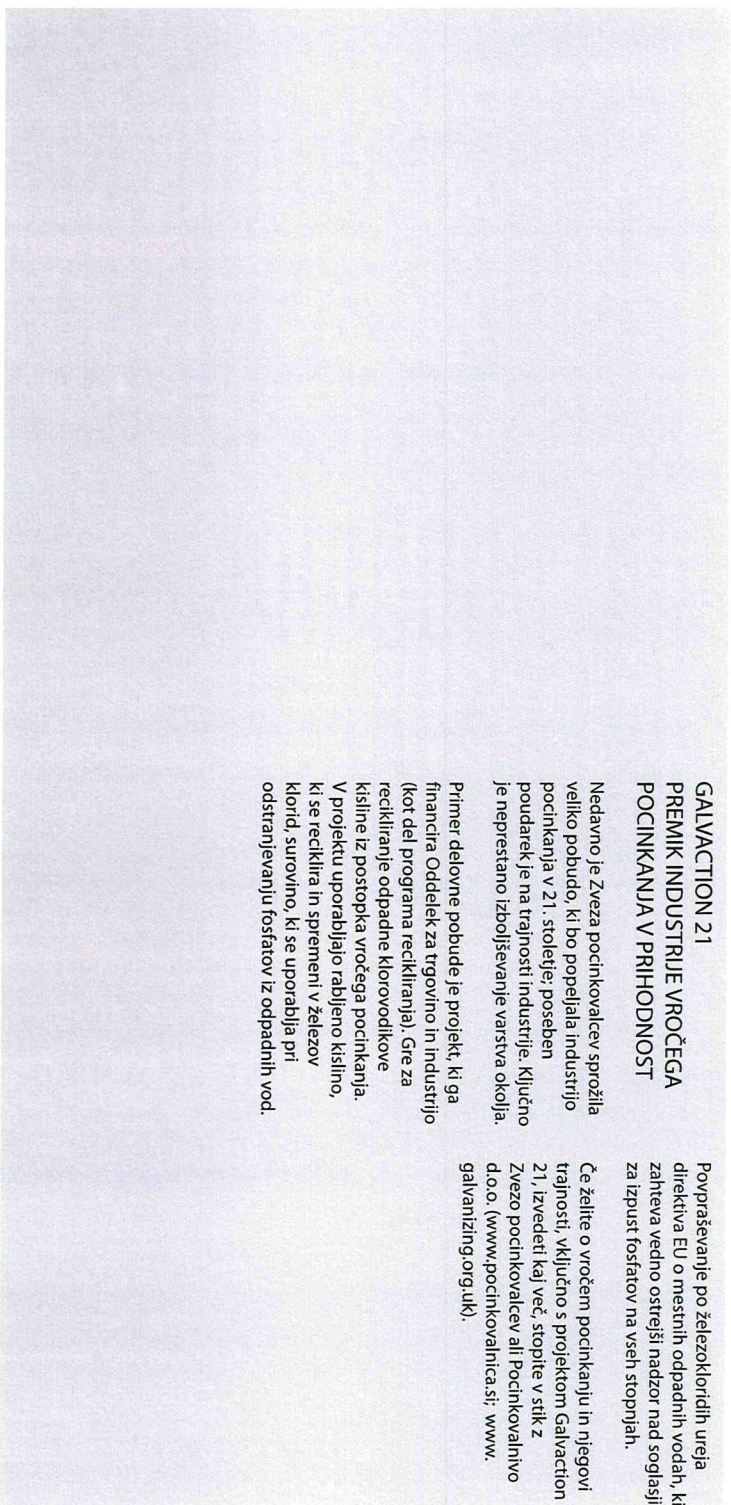
GALVACTION 21 PREMIK INDUSTRIJE VROČEGA POCINKANJA V PRIHODNOST

Nedavno je Zveza pocinkovalcev sprožila veliko pobudo, ki bo popejljala industrijo pocinkanja v 21. stoletje; poseben poudarek je na trajnosti industrije. Ključno je neprestano izboljševanje varstva okolja.

Primer delovne pobude je projekt, ki ga financira Oddelek za trgovino in industrijo (kot del programa recikliranja). Gre za recikliranje odpadne klorovodikove kisline iz postopka vročega pocinkanja. V projektu uporabljajo rahljeno kislino, ki se reciklira in spremeni v železov klorid, surovino, ki se uporablja pri odstranjevanju fosfatov iz odpadnih vod.

Povpraševanje po železokloridih ureja direktiva EU o mestnih odpadnih vodah, ki zahteva vedno ostriši nadzor nad soglasji za izpust fosfatov na vseh stopnjah.

Če želite o vročem pocinkanju in njegovi trajnosti, vključno s projektom Galvaction 21, izvedeti kaj več, stopite v stik z Zvezo pocinkovalcev ali Pocinkovalnivo d.o.o. (www.pocinkovalnica.si; www.galvanizing.org.uk).



2. POGlavJE

— PREDSTAVITEV VROČEGA POCINKANJA

— PRED 150 LETI JE BILO VROČE POCINKANJE PRVIČ UPORABLJENO ZA ZAŠČITO ŽELEZNE VALOVITE PLOČEVINE IN OD TAKRAT NJEGOVA UPORABA STALNO RASTE. MOŽNOSTI ZA RAZVOJ IN RAST, NE GLEDE NA MOČNO KONKURENCO, IZVIRAJO IZ PREPROSTOSTI PROCESA IN EDINSTVENIH PREDNOSTI TAKŠNE ZAŠČITE.



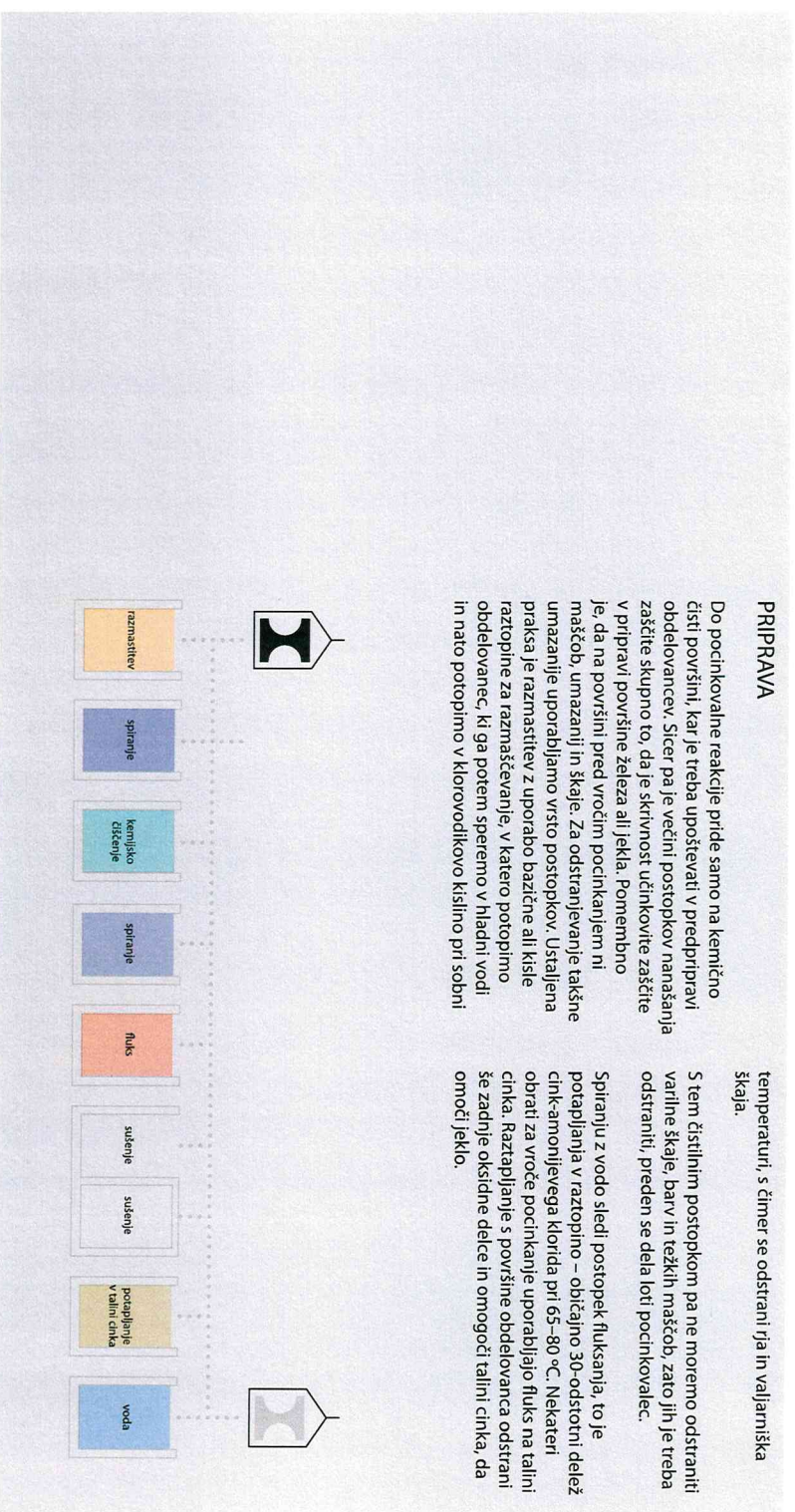
PRIprAVA

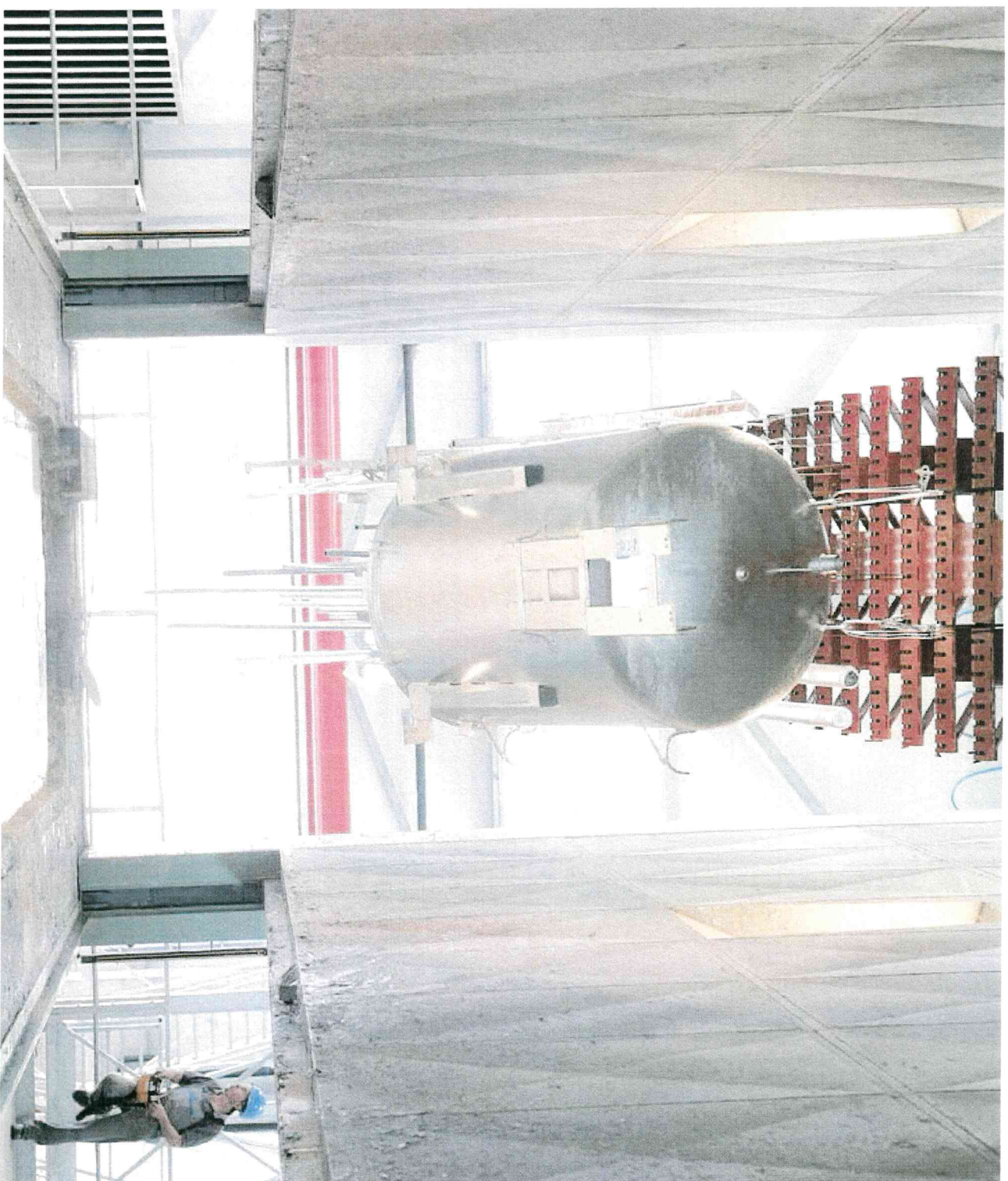
Do pocinkovalne reakcije pride samo na kemično čisti površini, kar je treba upoštevati v predpripravi obdelovanecev. Sicer pa je večini postopkov nanašanja zaščitne skupno to, da je skrivnost učinkovite zaščitne v pripravi površine železa ali jekla. Pomembno je, da na površini pred vročim pocinkanjem ni maščob, umazanij in škajev. Za odstranjevanje takšne umazanije uporabljamo vrsto postopkov. Ustajljena praksa je razmastitev z uporabo bazične ali kisle raztopine za razmaščevanje. V katero potopimo obdelovavec, ki ga potem speremo v hladni vodi in nato potopimo v klorovodikovo kislino pri sobni

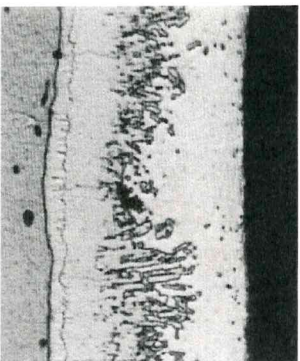
temperaturi, s čimer se odstrani rja in valjarniška škaja.

S tem čistilnim postopkom pa ne moremo odstraniti varilne škaje, barv in težkih maščob, zato jih je treba odstraniti, preden se dela loti pocinkovalca.

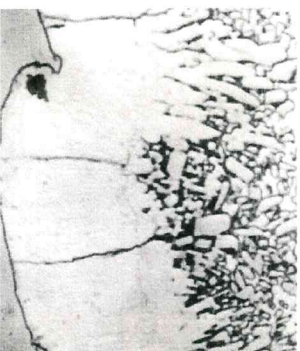
Spiranju z vodo sledi postopek fluksanja, to je potapljanja v raztopino – običajno 30-odstotni delež cink-amonijevega klorida pri 65–80 °C. Nekateri obrati za vroče pocinkanje uporabljajo fluks na talini cinka. Raztapljanje s površine obdelovanca odstrani še zadnje oksidne delce in omogoči talini cinka, da omooči jeklo.



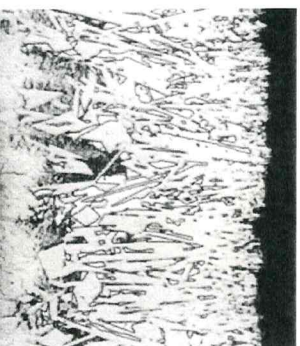




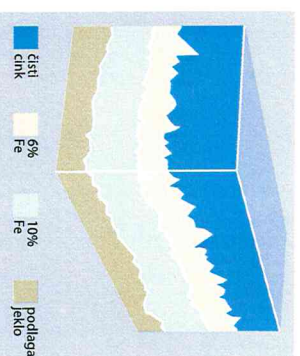
Slika 2:
Mikrostruktura tipične vroče pocinkane prevleke.



Slika 3:
Mikrostruktura vroče pocinkane prevleke, debele zaradi predhodnega peskanja jekla.



Slika 4:
Mikrostruktura debele cinkove prevleke na jeklu, bogatem s silicijem.



Shematski prikaz tipične vroče pocinkane prevleke.

POSTOPEK VROČEGA POCINKANJA

Zaradi metalurške reakcije med železom in cinkom se na očiščenem jeklu, ki ga potopimo v talino cinka (običajno pri približno 450 °C), oblikuje serija železo-cinkovih plastil. Stopnja reakcije med jeklom in cinkom je običajno v paraboličnem razmerju s časom, tako je začetna stopnja reakcije zelo hitra, talina cinka pa je v tej fazi nemirna. Takrat se oblikuje glavna zaščitna plast. Potem se reakcija upočasnjuje in debelina prevleke se bistveno ne poveča, čeprav je obdelovanec v talini dlje časa. Potopitev običajno traja od 4 do 5 minut, vendar je za težje obdelovance, ki imajo visoko termično kapaciteto, ali tiste, pri katerih mora cink prodreti v notranjost, lahko daljša. Ko obdelovanec dvigujemo iz taline, raztaljeni cink delno odteka z vrhne plasti prevleke nazaj v talino. Ko se obdelovanec ohladi, na njem ponavadi nastane svetla sijoča prevleka, tipična za pocinkane izdelke.

Po vročem pocinkanju lahko obdelovanec ohladimo v vodi ali na zraku.

Pogoji v obratu za vroče pocinkanje, kot so temperatura, vižnost in kakovost zraka, ne vplivajo na kakovost pocinkane zaščite. Drugače je pri barvanju, kjer so bistvenega pomena.

PREVLEKA

Ko je reakcija med železom in cinkom končana, obdelovanec počasi dvignemo iz taline, postopek je končan. Mikrostruktura pocinkane prevleke izgleda, kot je prikazano na sliki 2. Med jeklom in cinkom pravzaprav ni meje, so le postopni prehodi preko širih Zn-Fe plastil, ki zagotavljajo metalurški spoj.

DEBELINA PREVLEKE

Predpisano debelino prevleke določa debelina jekla in je definirana s standardom SIST EN ISO 1461 (7. poglavje). Vendar pa ima to pravilo tri izjeme, od katerih prva povzroči nekoliko tanjšo zaščito, drugi dve pa debelejšo (razlaga v nadaljevanju).

Centrifugirana cinkova prevleka

To je proces v skladu s standardom SIST EN ISO 1461, ki se uporablja za vroče pocinkanje obdelovancev z navoji in drugih majhnih delov. Dele po čiščenju potopijo v talino cinka v perforirani posodi. Ko se je oblikovala prevleka, se perforirana posoda zelo hitro vrti, s čimer se odstrani odvečni cink in oblikuje čista površina prevleke. Minimalno težo povprečne centrifugirane cinkove prevleke določata standarda SIST EN ISO 1461 in 6. poglavje standarda BS 7371.

Debelejšo zaščito lahko dobimo z enim od naslednjih postopkov:

Povečano grobost površine

To je najboljši pogost način za doseganje debelejšje zaščite.

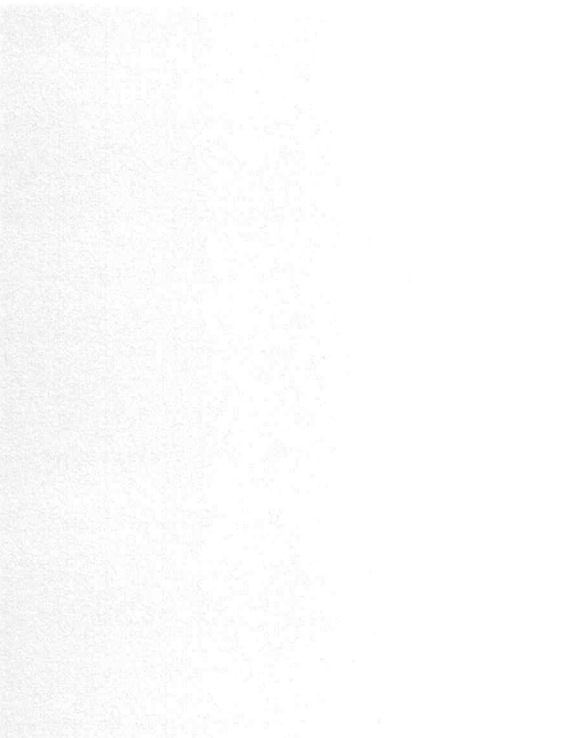
Peskanje do Sa 2 ½ (ISO 7079) jeklene površine pred vročim pocinkanjem z jeklenim granulatom velikosti G24 povzroči hrapavost in poveča stično površino jekla s talino cinka. To običajno do 50 % poveča težo na enoto vroče pocinkane površine (slika 3). Tako lahko obdelamo vsak jekleni obdelovanec, če so

stene jekla dovolj debele, torej primerne za peskanje. Notranjost votlih predelov ali izdelkov morda ne bo mogoče peskati, vendar te površine običajno niso občutljive na korozijo. Debelejšo zaščito od teh, ki jih zahteva standard SIST EN ISO 1461, specificirajte le v primeru, da ste se posvetovali s pocinkovalcem oziroma z Zvezo pocinkovalcev (7. poglavje).

Vroče pocinkanje reaktivnih jekel

Debelejša cinkova prevleka se oblikuje, če jeklo vsebuje veliko silicija ali pa je ta v neugodnem območju (območje Sandellina). Sestavini v jeklu, ki imata največji vpliv na reakcijo železo-cink, sta silicij, ki se jeklu med proizvodnjo pogosto dodaja kot reducent, in fosfor. Silicij spremeni sestavo cink-železovih legur tako, da se te s časom potapljanja intenzivno povečujejo, stopnja rasti pa se ne upočasnjuje, tudi ko prevleka postane debelejša (sliki 4 in 5). Fosfor na oblikovanje zaščite vpliva podobno, vendar v manjši meri.

Ko reaktivno jeklo – obdelovanec dvignemo iz cinkove taline, je cink vezan v interkristalnih plasteh, enako kot pri normalnih jeklih. Stopnja reakcije je na



teh jeklin lahko tako visoka, da se čisti cink s površine jekla popolnoma zlije v spodnje interkristalne cink-železove plasti, še preden se ohladijo. Rezultat je prevleka enake ali večje debeline, ki pa je po videzu lahko veliko temnejša, kot to opisuje 9. poglavje. Sprememba videza prevleke ne vpliva na protikorozijsko odpornost zaščite.

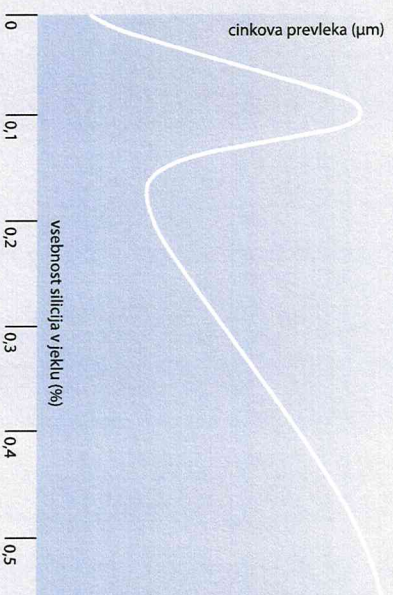
NAKNADNA OBDELAVA VROČE POCINKANIH IZDELKOV

Nadaljnja obdelava vroče pocinkanih izdelkov ni potrebna. Barva ali prašno lakiranje se lahko nanese iz estetskih razlogov ali kot dodatna zaščita, če je okolje zelo agresivno. Postopka barvanja in prašnega lakiranja sta opisana v 11. poglavju.

Določene kemijske zaščite – nanosi (pasivizacija ...) se lahko uporabijo za preprečevanje pojave bele rje, ki nastane pri skladiščenju sveže pocinkanih izdelkov (9. poglavje).

DIMENZIJE IZDELKOV

Vroče pocinkanje je prilagodljiv postopek, zato lahko obdelujemo široko paleto izdelkov – od matic in vijakov do dolgih konstrukcijskih izdelkov. Ta razpon in istočasno možnost spajanja in varjenja izdelkov po vročem pocinkanju omogoča vroče pocinkanje skoraj vsakega izdelka, ne glede na velikost ali strukturo. Kompleksne oblike, odprte posode in večino votlih predmetov lahko pocinkamo znotraj in zunaj v enem samem postopku, vendar to zahteva posebno pripravo in tehniko vročega pocinkanja. Zmogljivost posameznih pocinkovalnih obratov je podrobneje navedena v meniku splošnih pocinkovalcev, brezplačno pa je dostopna tudi pri Zvezi pocinkovalcev ali na spletni strani: www.galvanizing.org.uk.



Slika 5: Približna debelina cinkove prevleke v odvisnosti od vsebnosti silicija v jeklu. (To je shematski prikaz, za podrobnejše informacije stopite v stik s pocinkovalnico ali Zvezo pocinkovalcev.)

3. POGlavJE

FIZIČNE LASTNOSTI

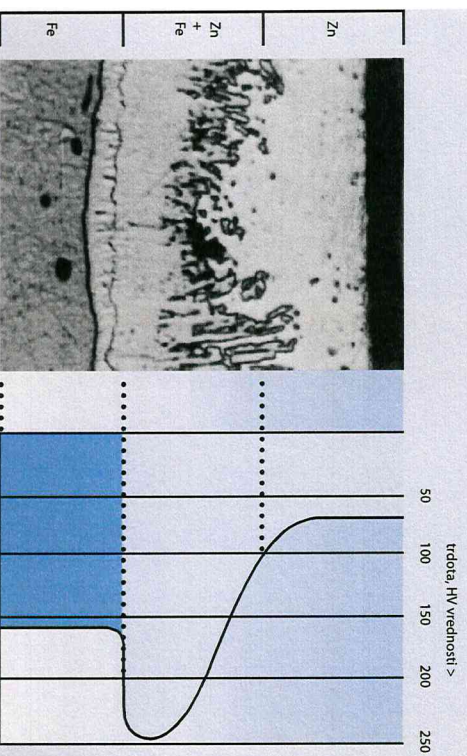
EDINSTVENA NARAVA POSTOPKA VROČEGA POCINKANJA ZAGOTAVLJA TRDNO ZAŠČITO, ODPORNO NA OBRABO, S ČIMER SE ZMANJŠAJO MOŽNOSTI ZA POŠKODBE NA GRADBIŠČU IN POVEČA HITROST GRADNJE.

KOHEZIJA

Pri večini zaščit jeklo pripravimo tako, da dosežemo primeren oprijem zaščite, vroče pocinkanje pa oblikuje cinkovo prevleko, ki je metalurško vezana na jeklo. Z drugimi besedami, železo in cink reagirata skupaj, pri tem pa se oblikuje vrsta plasti, tako da je zaščitni nanos ob enem tudi integralni del jeklene površine z odlično kohezijo.

TRDOTA

Odpornost na mehanske poškodbe cinkove prevleke med uporabo, skladičenjem, prevozom in postavitvijo je zelo pomembna, saj s tem na gradbišču odpadejo običajna dodatna dela, kot je na primer popravilo lakiranih prevlek. Zunanja plast čistega cinka je relativno mehka in ublaži večino sile prvotnega udarca. Spodnje metalurške plasti so veliko trše, včasih celo trše od osnovnega jekla. Ta kombinacija zagotavlja močno in na obrabo odporno zaščito (slika 6).



Slika 6: Mikrostruktura prevleke, ki je nastala z vročim pocinkanjem, prikazuje različne plasti: cinkovo prevleko, cink-železova plast in trša osnovna jekla.



4. POGlavJE

PROTIKOROZIJSKA UČINKOVITOST

ZMANUŠANJE KOLIČINE EMISIJE V OZRAČJU POMENI DALJŠO ŽIVLJENJSKO DOBO POCINKANIH POVRŠIN.



ODPORNOST NA ATMOSFERSKO KOROZIJO

Odpornost vročega pocinkanja na atmosfersko korozijo je odvisna od zaščitnega filma, ki se oblikuje na površini cinka. Sveža cinkova prevleka ima svetlo in sijočo površino. Sčasoma se ta spremeni v temno sivo patino, ker površina reagira s kisikom, vodo in ogljikovim dioksidom iz ozračja. Oblikuje se kompleksna, vendar močna in stabilna zaščitna plast, ki se tesno oprime cinka. Agresivne snovi v ozračju vplivajo na vrsto tega zaščitnega filma.

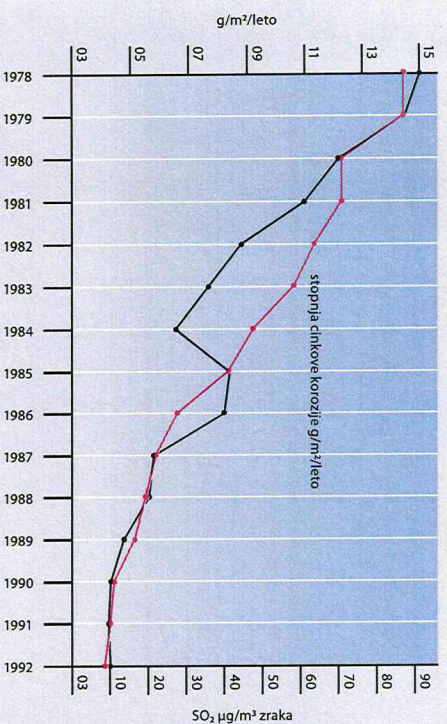
Največji sovražnik cinka je žveplov dioksid (SO₂) in ravno njegova prisotnost je glavni dejavnik atmosferske korozije cinka.

Stopnja korozije cinka je linearna za dano okolje. Velika prednost je, da je mogoče predvideti življenjsko dobo zaščitnega sloja na podlagi izmerjene debeline prevleke.

Zaradi široke palete okoljskih vplivov in različnih sistemov zaščite so podatki o korozijski obstojnosti zaščit različni. Napisanih je bilo mnogo priročnikov, kjer je navedena življenjska doba zaščitnih sistemov v različnih okoljih. Standard BS 5493 »Kodeks za zaščito železa in jekla pred korozijo« navaja nekaj podatkov o življenjski dobi pocinkanih zaščit, ki pa so že zastareli.

Od objave standarda BS 5493 leta 1977 so se stopnje žveplovega dioksida v ozračju znatno znižale. Obstaja neposredna povezava med stopnjo korozije cinka in stopnjo SO₂ v ozračju (slika 7). Zato se je življenjska doba pocinkanih zaščit znatno povečala od 70-ih let dalje. Pomembno je, da za oceno življenjske dobe zaščite uporabljamo veljavne podatke. Standard BS 5493: 1977 so zamenjale smernice SIST EN ISO 14713: 1999 (razpredelnica 1).

Okolija, opisana v večini priročnikov o koroziji, so splošna. Specifične korozijske vrednosti v Britaniji je določila



Slika 7:
Zmanjšanje stopnje žveplovega dioksida v Stockholmu od leta 1978 in posledično zmanjšanje korozijske stopnje cinkove prevleke.



Svetovalna služba za kmetijski razvoj (ADAS), ki je zbrala podatke na podlagi izpostavljenosti vzorcev cinka na točkah nacionalnega referenčnega območja, ki so razporejene na številnih referenčnih območjih velikosti 10 km².

Rezultati kažejo različne stopnje korozije cinka na različnih lokacijah. Zveza pocinkovalcev je podprla revizijsko rezultator, da bi arhitektom in inženirjem zagotovila najnovejše podatke v zvezi s korozijo cinka. Tokrat je raziskava prvič zajela tudi Republiko Irsko. V tem projektu so sodelovali isti strokovnjaki, ki so pred tem delali podobne raziskave korozije.

Primerjava podatkov z mlenjskega zemljevida cinka (str. 16–17) z rezultati s prejšnjih zemljevidov (1982 in 1991) kaže jasen in precejšen padec stopnje korozije cinka na večini merilnih mest v Britaniji in na Irskem, kjer so bili vzorci izpostavljeni atmosferskim vplivom.

V mestnih okoljih, ki so bila v preteklosti še posebej agresivna za cink, je vidno znatno podaljšanje življenjske dobe pocinkanih zaščit. Na odročnejših lokacijah padajoči trend stopnje SO₂ ni tako opazen, zato ni pričakovati padca že tako nizke korozijske stopnje cinka.

Pregled razpredelnice 1 in slike 8 potrjuje, da pocinkana zaščita na zunanjih lokacijah v Britaniji in na Irskem večinoma spada v kategoriji C2/C3, to je 1–2 µm/leto.

Rezultati mlenjskega zemljevida cinka kažejo, da lahko standardna 85-µmeterska vroče pocinkana prevleka v večini okolji doseže življenjsko dobo 50 let. Podobno lahko debelejša, 140-µmeterska vroče pocinkana prevleka, ki je pogosta na konstrukcijskem jeklu, doseže življenjsko dobo nad 100 let.

Razpredelnica 1:
Okvirne vrednosti korozije cinka za različna okolja. Vir: SIST EN ISO 14713
(Korozijske kategorije po ISO 9223).

Korozijska kategorija:

povprečna letna korozijska stopnja cinka (v µm/leto)

C1	notranjost: suho	< 0,1
C2	notranjost: občasen kondenz zunanost: podeželje	0,1 do 0,7
C3	notranjost: visoka vlažnost, rahla zračna onesnaženost zunanost: urbano, kontinentalno ali blago obalno področje:	0,7 do 2
C4	notranjost: plavalni bazeni, kemične tovarne zunanost: industrijska – kontinentalna ali urbana obalna področja:	2 do 4
C5	zunanost: industrijska – visoka vlažnost ali visoko slano obalno področje:	4 do 8



UČINKOVITOST V DRUGIH OKOLIJH

Notranja okolja

Prepričanje, da pri jeklenih elementih v pokritih prostorih, ki so sicer zaščiteni pred okoljskimi dejavniki, ni težav s korozijo, je napačno. Korozija postane velik problem na nezaščitem jeklu, če na površini pogosto prihaja do kondenza. V takšnih pogojih vroče pocinkanje zagotavlja več kot 40 let življenjske dobe. Vroče pocinkanje se je precej uporabljalo za zaščito jeklenih elementov v notranjih pokritih prostorih v bolj izpostavljenih okoljih, kot so plavalni bazeni in pivovarne. Do korozije lahko pride tudi na izpostavljenih nepocinkanih jeklenih elementih, namenjenih za notranja okolja, če je pri gradnji ali montaži zamudna.

V vodi: hladna voda

Večina vod vsebuje soli. Ki tvorijo vodni kamen; ta lahko oblikuje zaščitno plast na notranjih površinah pocinkanih vodovodov, zato se lahko življenjska doba prevleke podaljša nad 40 let. Če teh soli ni, na primer v mehkih vodah, lahko življenjsko dobo podaljšamo z nanosom dveh bitumenskih prevlek (do BS3416 tip II za pitno vodo).

V vodi: vroča voda

Lastnosti vode, ki povzročajo nastanek vodnega kamna, so pomembne tudi v vroči vodi in omogočajo normalno življenjsko dobo nad 10 let. Pri temperaturi nad 60 °C lahko cink v nekaterih vodah postane katoden na jeklo in če je zaščiten s sloj poskodovan, ne zagotavlja več zadostljive zaščite. Kjer bi se to lahko zgodilo, se lahko uporabi magnezijeva anoda, ki štiti vroče pocinkano prevleko.

V vodi: morska voda

Morska voda je agresivnejša od sladke. Če je predmet stalno potopljen, je običajna stopnja korozije 10–15 µm na leto. Stopnja korozije se lahko poveča, če je predmet potopljen v območju plimovanja, stalno izpostavljen morski vodi ali potopljen v toplih tropskih vodah.

V zemlji

Življenjska doba vroče pocinkane prevleke v zemlji se lahko spreminja, na primer glede na vrsto prsti – njene kislosti in obdelanosti. Priporočljiv je razpon pH od 5,5 do 12,5, to je šibka kislost do bazičnost. Zemlja, ki vsebuje pepel in glino, je še posebej škodljiva. V mnogih primerih je priporočljiva dodatna zaščita z bitumenskim premazom (v skladu z

BS3416 tip 1), še posebej če se vroče pocinkano jeklo nahaja v zemlji ali na točki prehoda iz betona. Vroče pocinkano jeklo je mogoče varno vgraditi v beton. Za večjo zaščito v zemlji je treba uporabiti debelejšo plast zaščite (7. poglavje).

V stiku z lesom

Če sta površini izolirani pred neposrednim stikom, lahko tudi zlolo kisel les, kot na primer hrastov, kostanjev, les rdeče cedre in jelke uporabimo v kombinaciji s pocinkanim jeklom.

V stiku z drugimi kovinami

Posledica stika cinka z večino kovin v večini atmosferskih pogojev pomeni le rahlo dodatno korozijo. Bimetalna korozija lahko nastane v vodi ali na lokacijah, kjer deževnica ne more nemoteno odtekat s stičnih površin ali se na njih posušiti. Navodila lahko najdete v BSI PD6484: »Pripombe v zvezi s korozijo na bimetalnih stikih in njeno odpravljanje«.

V stiku s kemikalijami

Stik s kemikalijami zahteva posebno obravnavo. S pocinkanim jeklom je združljiva široka paleta kemikalij. Vendar pa dolgotrajni ali pogosti stiki s kisljinami in močnimi bazami niso priporočljivi.

Visoka temperatura

Vroče pocinkana prevleka brez posledic prenese trajno izpostavljenost temperaturi okrog 200 °C in občasno izpostavljenost temperaturi do 275 °C. Pri višjih temperaturah se začne ločevati zunanja plast cinkove prevleke, vendar pa notranje železo-cinkove plasti ostanejo nedotaknjene. Te pa predstavljajo glavno prevleko. Ustrezna zaščita je torej običajno zagotovljena do talne točke železo-cinkovih plasti prevleke (okrog 530 °C).

V stiku z gradbenimi materiali

Vlaziha malta, cement in mavce imajo med sušenjem ali montažo rahlo jedkaten učinek na vroče pocinkano prevleko, ki pa izgine, ko je proces končan.



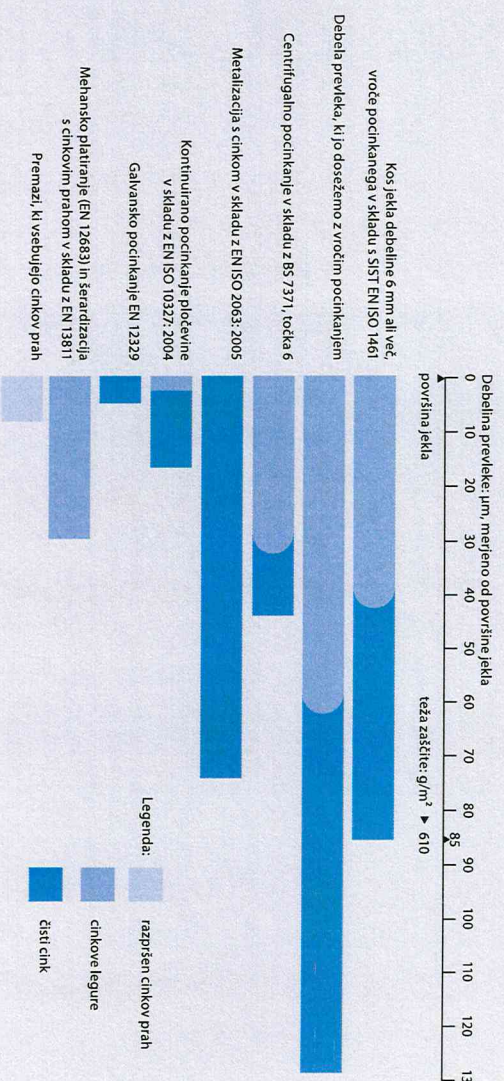
5. POGlavJE

KAKO VROČE POCINKANJE ŠČITI JEKLO

POCINKANJE JE EDINSTVENA TRDNA IN OBSTOJNA ZAŠČITA ZA ZUNANJE IN NOTRANJE POVRŠINE.

MEJNA ZAŠČITA

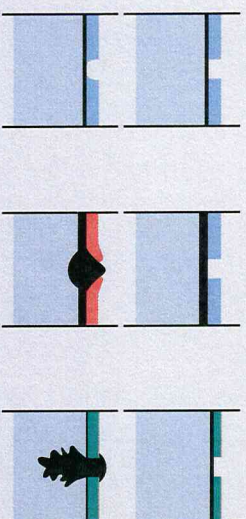
Cinkova prevleka predstavlja mejo med jeklenimi površinami ter okoljem. Pocinkanje je izraz, ki se pogosto napačno uporablja pri splošnem opisovanju pocinkanih prevlek. Slika 9 kaže, kako se različne vrste pocinkanih prevlek spreminjajo glede na debelino prevleke je v največji meri odvisna od debeline. Debelejše zaščite omogočajo daljšo življenjsko dobo. Vroče pocinkanje je trajna, trdna, metalurško spojena zaščita z veliko večjo zagotavlja najvišjo možno zaščito.



Slika 9: Primerjava pocinkanih prevlek glede na njihovo debelino.

ZAŠČITNO DELOVANJE

Cink korodira na račun jekla, se sam troši in s tem ščiti jeklo (slika 10). Hkrati se na cinkovi prevleki tvorijo produkti korozije, ki prevleko dodatno ščitijo. Pri barvnih premazih je treba poškodovano mesto takoj zaščititi, sicer jeklo začne rjaveti. Zaščita v celoti odpove, če korozija prodre pod barvni premaz.



Slika 10: Prikaz posledic škode pri raznih protikorozijskih zaščitah.

Zaščita, ki jo dosežemo z vročim pocinkanjem

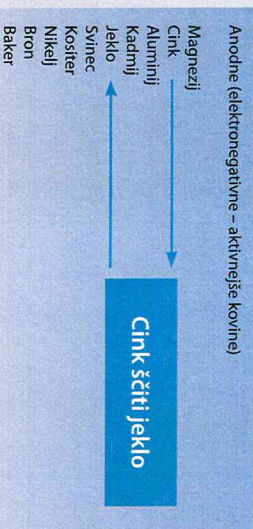
Oblikuje se galvanska celica. Cink, ki obkroža mesto poškodbe, korodira. Produkti korozije se nabirajo na površini jekla in jo ščitijo. Jeklo je zaščiten tudi zato, ker je katodno glede na cink.

Barvni premaz

Jeklo rjavi, kjer je poškodovan barvni film. Rja prodre pod barvni film, ki se dvigne. Korozija se nadaljuje, dokler ne odpravimo škode.

Premaz kovin, ki so bolj elektropozitivne od jekla

Na poškodovanih mestih na kovinah, kot so nikelj, krom in baker, pride do hitrejšega korozijskega delovanja kot pri jeklu. Korozija se pogosto pojavi v obliki razjedanja, ki lahko prodre tudi skozi jeklo.



6. POGlavJE

STROŠKI IN EKONOMIČNOST

— VROČE POCINKANJE JEKLENIH KONSTRUKCIJ IN PREDMETOV PREDSTAVLJA NEPRIMERLJIVE FINANČNE UGODNOSTI DO KONCA NJIHOVE ŽIVLJENSKE DOBE, LAHKO PA JE KONKURENČNO ŽE NA RAVNI ZAČETNIH STROŠKOV.

EKONOMIČNOST

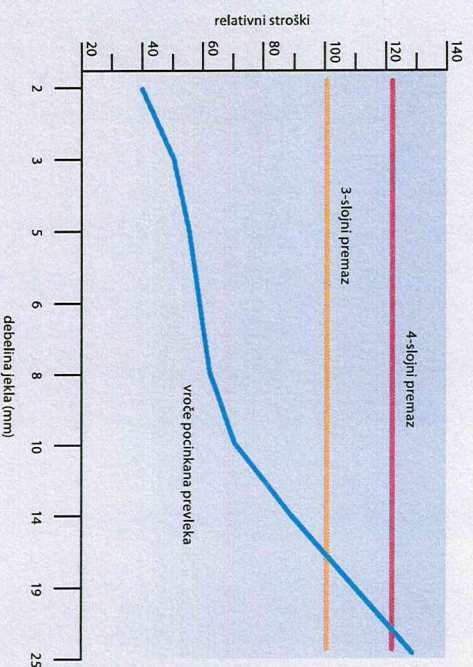
Pri določanju prave cene protikorozijske zaščite jeklenih elementov je treba upoštevati dva pomembna dejavnika:

- začetni strošek zaščite,
- ceno zaščite, ki vključuje tudi stroške vzdrževanja. To so stroški za zagotavljanje zaščite jeklenega elementa pred korozijo v celotnem času njegove uporabe.

ZAČETNI STROŠKI

Proces vročega pocinkanja pogosto izgleda dražji, kot je v resnici. Za to sta dva razloga. Prvi razlog je, da pogosto podzavestno predvidevamo, da tako visokokakovostna zaščita mora biti draga. Drugi razlog pa je, da se je začetni strošek vročega pocinkanja v primerjavi z barvanjem v zadnjih letih izredno spremenil. Stroški barvanja so enakomerno in stalno rasli, med tem ko so stroški pocinkovanja ostali nespremenjeni.

Zveza pocinkovalcev je pred kratkim pooblastila neodvisne svetovalce – podjetje Svetovanje za zaščito jekla Ltd. (SPC), da razišejo cenovno konkurenčnost vročega pocinkanja. SPC je v sodelovanju z inženirji iz podjetja WS Atkins projektiral tipično 240-tonsko stavbo z jekleno konstrukcijo in zanjo objavil razpis. Opredelili so dva sistema protikorozijske zaščite: (I) proces vročega pocinkanja in (II) visoko kvalitetno peskanje in sistemi barvane troslojne zaščite z debelino suhega premaza 250 µm. Dobili so ponudbe osemih pocinkovalcev iz različnih krajev Velike Britanije in izračunali povprečje njihovih ponudb. Sistem barvanja je bil za 35 % dražji od procesa vročega pocinkanja.



Slika 11 prikazuje, kako za veliko načinov uporabe drži, da je cena vročega pocinkanja nižja od alternativnih zaščit. Razlog za to je preprost: alternativne zaščite, kot je barvanje, so z vidika delovne sile v primerjavi z vročim pocinkanjem veliko bolj zahtevne, saj je vroče pocinkanje visoko mehanizirano, od blizu nadzorovan proizvodni proces.



SKUPNI STROŠKI

Definicija skupnih stroškov zgradbe je lahko naslednja:

»Cena nakupa, delovanja in vzdrževanja stavbe od začetka do konca življenjske dobe oziroma do odstranitve.«

Določanje skupne – doživljenjske cene lahko označimo kot sistem, ki meri količino finančnih vrednosti stavb od njihovega začetka pa do konca uporabne dobe. To je pristop, ki uravnoreži stroške kapitala in stroške dohodkov in ponudi optimalno rešitev za čas od začetka do konca življenjske dobe stavbe.

Ta tehnika, ki ni čisto nova, je v zadnjih letih sprejeta kot najboljša možna praksa pri oskrbi konstrukcij. Doživljenjsko ceno lahko določimo v katerikoli fazi oskrbe na vseh ravneh: pripomoček, funkcija, sistem in komponenta. Sem je vključeno vse: od začetnega projektiranja do konca uporabne dobe.

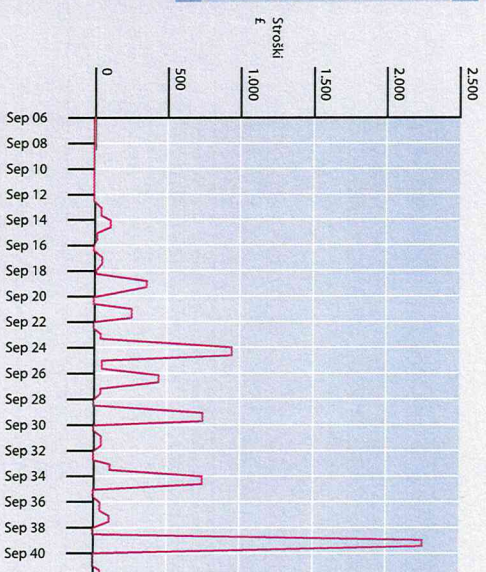
Predvidoma se do 80 % doživljenjske – skupne cene stavbe lahko pripíše na račun stroškov delovanja, vzdrževanja in prenavljanja. Posledično lahko v življenju zgradbe najdemo stroškovne viške okoli desetega leta in potem vsako peto leto (slika 12a).

Začetna izbira materialov in način zaščite torej igra pomembno vlogo pri stroških vzdrževanja in prenavljanja zgradbe do konca njene uporabne dobe, kar pomeni, da ima velik vpliv na doživljenjsko ceno projekta.

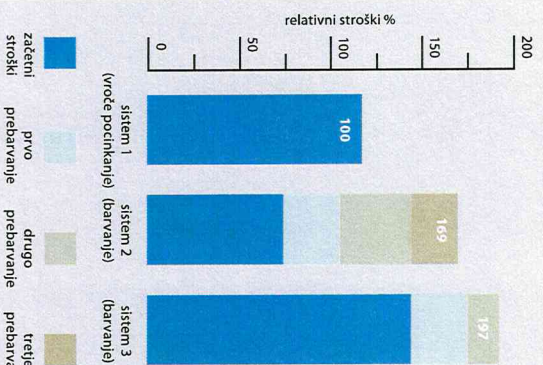
Zgornje podatke so prispevali Turner in Townsend, Svetovanje pri gradnji in managementu.

konstruiranje	zgradnja	uporaba	odstranitev	skupaj
€ 3%	€ 17%	Vzdrževanje € - 40%	€ 7%	100% stroški lastništva
		Popravilo € - 30%		
		Periodična zamenjava/obnova € - 40%		
1 leto	2 leti	25 let	1 leto	skupaj

Razporedilnica 2:
Povzetek skupnih stroškov zgradbe.



Graf 12a: Ponzoritev stroškov Življenjski cikel se nagiba h krivuljastemu profilu z viški pri desetih, petnajstih, dvajsetih in petindvajsetih letih.



STROŠKI VZDRŽEVANJA

Celotna cena zaščite jeklenega izdelka do konca njegove uporabne dobe je odvisna od cene in trpežnosti začetne zaščite v določenem okolju in od stroškov ter pogostosti vseh nadaljnjih obdelav, ko življenjska doba izdelka preseže zahtevano življenjsko dobo prvotne zaščite.

V večini primerov vroče pocinkanje zagotavlja dolgo življenjsko dobo in ne potrebuje dodatnega vzdrževanja in barvanja.

Poznamo načine, s katerimi lahko izračunamo prednosti oziroma slabosti posameznih metod protikorozijske zaščite. Najbolj pogosta metoda je izračun neto tekoče vrednosti (NPV) vsake od metod in primerjava njihovih rezultatov. Takšna kalkulacija upošteva tudi stroške izpsoje denarja, začetne stroške zaščite, kasnejše stroške vzdrževanja in življenjsko dobo projekta. Podlejta to metodo pogosto uporabljajo, da bi izmerila verjeten rezultat projekta investicije kapitala.

$$NVP = 1 + \frac{M1}{(1+r)^1} + \frac{M2}{(1+r)^2} + \text{etc}$$

Kjer je:

1 = začetni strošek zaščitnega sistema

M1 = strošek vzdrževanja v letu P1

M2 = strošek vzdrževanja v letu P2

r = odstotek popusta

PRIMER

Vzemimo primer jeklene konstrukcije, za katero je načrtovana življenjska doba 25 let, diskontna cena kapitala pa 5 %.

Pocinkanje: sistem 1

Vroč pocinkanje v skladu s standardom SIST EN ISO 1461 z minimalno povprečno debelino prevleke 85 µm na jeklu debeline 6 mm ali več – vroče pocinkanje po tem standardu ima povprečno pričakovano življenjsko dobo več kot 50 let (4. poglavje). Konzervativno, brez nadaljnega vzdrževanja, načrtujemo, da bo življenjska doba projekta 25 let. Vzemimo, da je strošek vročega pocinkanja osnovni znesek stotih evrov. Nadaljnjih stroškov vzdrževanja ni (NVP = 100).

Barvanje: sistem 2

Sistem barvanja je sestavljen iz več faz: čiščenja, ki mu sledi osnovni premaz, nato pa še dva premazna barve. Ta sistem ima pričakovano življenjsko dobo 8 let, torej bo v 25 letih konstrukcijo treba trikrat prebarvati. Začetni strošek je nekoliko manjši kot strošek vročega pocinkanja, in sicer 90 evrov. Stroški prvega in drugega ponovnega barvanja znašajo 45 evrov, vendar se pri tretjem barvanju, ko je treba odstraniti originalne sloje barve, povečajo na 90 evrov (NVP = 169).

Barvanje: sistem 3

Kakovosten sistem barvanja, ki ga sestavljajo čiščenje in trije sloji visokokakovostne barve – sistem ima pričakovano življenjsko dobo 11 let, kar pomeni, da bo konstrukcijo v 25 letih treba prebarvati dvakrat. Začetna cena je višja kot pri drugem sistemu barvanja in znaša 135 evrov. Cena ponovnega barvanja znaša polovico osnovne cene, torej 67,5 evrote (NPV = 197,5).

Zaključek

Razvidno je, da je »cenejši« projekt barvanja skoraj 70 % dražji od sistema vročega pocinkanja, če govorimo o projektu z življenjsko dobo 25 let. Stroški »dražjega« sistema barvanja so skorajda dvakrat višji od stroškov vročega pocinkanja. Pri začetni oziroma prvi ceni je strošek vročega pocinkanja primerljiv s sistemom, kjer se uporablja visoko kakovostna barva, vendar pa se pri primerjavi celotnih stroškov izkaže, da je vroče pocinkanje bistveno cenejše kot večina drugih sistemov.

7. POGlavJE

SPECIFICIRANJE VROČEGA POCINKANJA

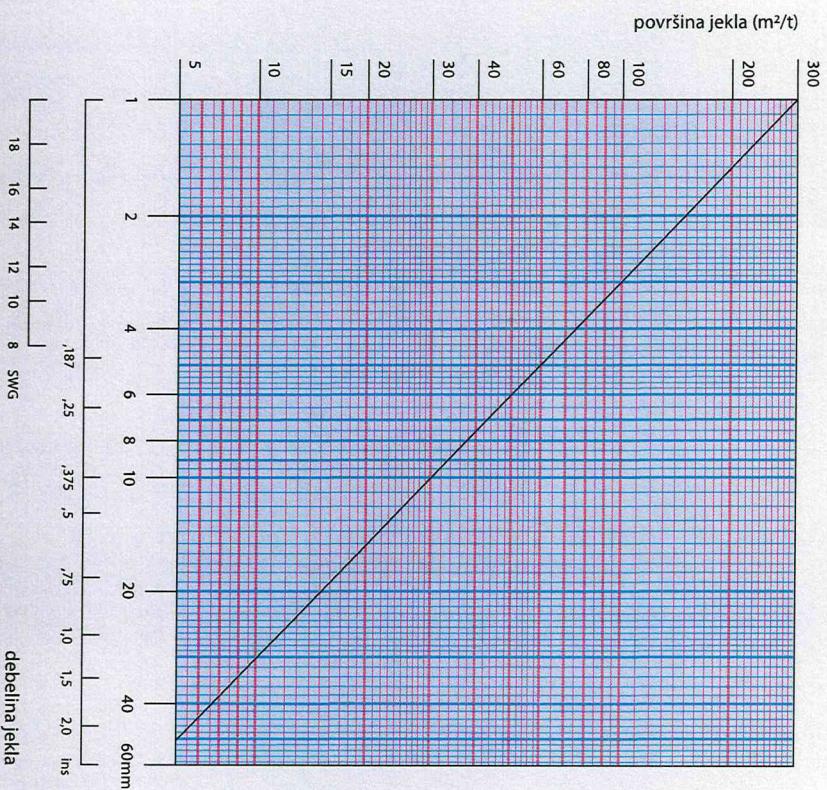
STANDARDI

Osnovno definicijo procesa vročega pocinkanja na železnih in jeklenih izdelkih lahko najdete v enem samem standardu: SIST EN ISO 1461 »Vročje pocinkana zaščita na železnih in jeklenih izdelkih – specifikacije in testne metode«.

Pocinkovalec opravlja svoje delo kot strokovnjak po pogodbi s proizvajalcem izdelka – konstrukcije in je v pogodbenem odnosu s proizvajalcem, ne pa s končnim uporabnikom. Zato je pomembno, da končni uporabnik svoje zahteve v zvezi z vročim pocinkanjem jasno izrazi proizvajalcu, ta pa jih posreduje pocinkovalcu. Če želite najboljšo možno kakovost in tehnično pomoč, je najboljšje, da se pred vročim pocinkanjem posvetujete s tehnično službo pocinkovalnice.

Če specificiramo postopek vročega pocinkanja, to pomeni, da je celotna površina jekla popolnoma zaščiten z enotno cinkovo prevleko, katere debelino določa debelina jekla, ki ga pocinkamo (razpredelnici 3 in 4).

To je pomembna prednost postopka vročega pocinkanja: standardno debelino zaščite dosežemo skoraj samodejno. Dejanska debelina prevleke, ki nastane v procesu vročega pocinkanja, pa se spreminja glede na velikost jeklenege dela, profila in sestave površine. Dejanska teža prevleke je večkrat višja od minimalne teže, ki jo predpisuje standard, ker pa so pričakovane življenjske dobe prevlek, ki so navedene v standardih, izračunane na podlagi njihove minimalno zahtevane teže, so torej njihove dejanske življenjske dobe dosti večje.



Razpredelnica 3
SIST EN ISO 1461: Minimalna teža/debelina zaščite na izdelkih, ki niso centrifugirani.

Izdelki in njihova debelina	Lokalna zaščita (minimum) g/m ²	µm	Povprečna zaščita (minimum) g/m ²	µm
jeklo ≥ 6 mm	505	70	610	85
jeklo ≥ 3–6 mm	395	55	505	70
jeklo ≥ 1,5–3 mm	325	45	395	55
jeklo < 1,5 mm	250	35	325	45
odlitki ≥ 6 mm	505	70	575	80
odlitki < 6 mm	430	60	575	70

Razpredelnica 4
BS EN ISO 1461: Minimalna teža/debelina zaščite na centrifugiranih izdelkih.

Izdelki in njihova debelina	Lokalna zaščita (minimum) g/m ²	µm	povprečna zaščita (minimum) g/m ²	µm
Navojni izdelki:				
≥ 20 mm Ø	325	45	395	55
≥ 6–20mm Ø	250	35	325	45
< 6 mm Ø	145	20	180	25
ostali izdelki (vključno z odlitki):				
≥ 3 mm	325	45	395	55
< 3 mm	250	35	325	45

V zahtev standarda SIST EN ISO 1461 je vključeno čiščenje in priprava jeklenih izdelkov in postopek vročega pocinkanja. Smernice za uporabo in izvajanje postopka vročega pocinkanja lahko najdete v standardu SIST EN ISO 14713 »Protikorozijska zaščita železnih in jeklenih struktur – cinkova in aluminijeva zaščita – smernice«. Nadaljnje smernice lahko dobite pri pocinkovalnici.

DEBELEJŠA PREVLEKA

Prevleke, ki so debelejšje od tistih, ki so navedene v standardu SIST EN ISO 1461, omogočajo daljšo zaščito v agresivnih okoljih. Vseeno pa poudarjamo, da debelejša zaščita običajno ni potrebna.

Nadžni, kako doseči debelejšo zaščito, so opisani v 2. poglavju. Peskanje pred vročim pocinkanjem je ponavadi najbolj primerna metoda. Zahtevana nominalna debelina prevleke za izdelek debeline sten jekla ≥ 6 mm je 1000 g/m² (140 µm). Če se zahteva debelejša vroče pocinkana prevleka na jeklenih izdelkih, v pocinkovalnici predhodno preverite, če debelejšo zaščito lahko dosežete brez predhodnega peskanja.

Uporaba reaktivnega jekla za doseganje debelejšje prevleke je ponavadi primerna le za določene načine uporabe.

Debelejšo prevleko lahko specificirate šele po posvetu s pocinkovalcem, ki vam bo dal podatke o metodah in sredstvih, s katerimi takšno zaščito lahko dosežete.

SPOJINI IN VEZNI ELEMENTI

Specifikacije za spojne in vezne elemente naj bi jasno določale, »da mora zaščita

za spojne in vezne elemente ustrezati standardu BS 7371: poglavje 6: 1998«. Če je v specifikaciji napisano samo »pocinkano«, lahko pride do napačnega razumevanja, ker ta izraz lahko pomeni tudi druge metode, ki pa ne nudijo tolikšne zaščite kot vroče pocinkanje: galvanško pocinkanje, mehansko platanje ali šerardizacija jekla. Več informacij o tem lahko najdete v 10. poglavju.

ČAS, POTREBEN ZA VROČE POCINKANJE

Če pocinkovalnico primerno in pravočasno obvestite, lahko večino izdelkov pocinka in vrne proizvajalcu v enem tednu. Tipičen cikel, ki je seveda odvisen od velikosti naročila, traja pet dni. Pocinkani vijaki in matice so večinoma vedno v prodaji pri grosistu.

IZGLED

Osnovni namen vročega pocinkanja je zaščita jeklenih predmetov pred korozijo. Sprejemljiv izgled, kot ga določa standard SIST EN ISO 1461, je pojasnjen v 9. poglavju. Če sta izgled in gladkost zaščite še posebej pomembna, se s pocinkovalcem posvetujte že v zgodnji fazi postopka.

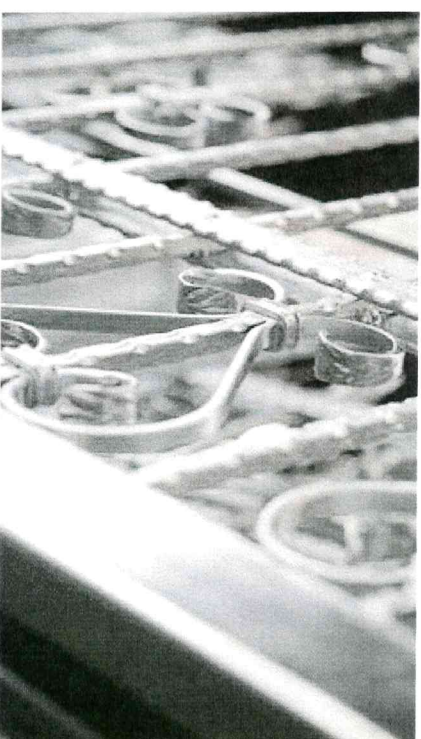
DVOJINA ZAŠČITA – SISTEM DUPLEX

Uporaba barve oziroma prašnega lakiranja čez cinkovo prevleko je včasih potrebna iz estetskih razlogov ali pa zaradi dodatne zaščite (1. poglavje).

8. POGlavJE

KONSTRUIRANJE IZDELKOV ZA VROČE POCINKANJE

KLJUČ ZA NAJBOLJŠE REZULTATE V POSTOPKU POCINKANJA JE PRAVOČASEN POSVET MED POCINKOVALCEM, PROIZVAJALCEM IN KONSTRUKTORJEM. ZNANJE KONSTRUKTORJA PRI IZDELAVI NAČRTOV, KI PREDVIDEVAJO IZDELAVO ODPR TIN ZA ODZRAČEVANJE ELEMENTOV ZA VROČE POCINKANJE, BO IZBOLJŠALO KAKOVOST IN IZGLEd ZAŠČITE.



ODZRAČEVANJE, IZHOD ZRAKA IN IZTOK CINKA

Dobro projektiranje zahteva:

- odprtine za vstop in iztok cinkove taline v notranje predele votlih delov,
- odprtine za odvajanje plinov iz notranjih predelov in žepov (ventiliranje).

Pomembno je vedeti, da prednrete iz jekla potajpajlamo v kotel s cinkovo talino pri temperaturi 450 °C. Zato je treba predvideti odprtine pravilne velikosti na pravih mestih, ki bodo omogočale izhod plinov iz notranjosti votlih delov in žepov, ter dotok in iztok cinka v/iz votlih delov in žepov.

Pri določenih izdelkih lahko odprtine, ki so namenjene drugim potrebam, uporabljamo za ventiliranje in iztok; če takšnih odprtin ni, je treba narediti posebne odprtine za zračenje in iztok.

Za izdelavo kakovostne prevleke mora cinkova talina neovirano teči po vseh površinah izdelka. Pravilno in dosledno odzračevanje votlih delov in žepov omogoča dobro zaščito in med uporabo onemogoča pojav kaktišnekoji korozije tudi v najbolj skritih delih elementa.

Splošna načela

1. Odprtine za ventiliranje in iztok naj bodo kolikor se da velike. Minimalni premeri odprtin so navedeni v razpredelnici 5.

2. Odprtine za odvajanje in iztok naj ležijo diagonalno druga nasproti druge, na najvišji in najnižji točki izdelka, ki je med pocinkanjem obesen pod kotom 30–45°. Izredno dolgi, votli deli izdelka zahtevajo dodatne odzračevalne odprtine, ki omogočajo iztok in pripomorejo k boljši zaščiti površin.

3. Če so votli deli izdelka na eni strani zamašeni, je treba napraviti odprtine, ki naj spet ležijo diagonalno druga nasproti druge in na koncu elementa. Praviloma je veliko bolj učinkovito, lepo in varčno, če na koncu votlega dela – izdelka naredimo izsek v obliki črke U ali V ali če odbrusimo kote pravokotnih votlih delov; takšni postopki namreč omogočajo idealne lokacije za ventiliranje in iztok. Kasnejše vrtanje ne omogoča tako dobrega odzračevanja, saj je v spodnji točki elementa običajno zvar.

4. Če je treba narediti odprtine na končnih ploščah ali delih izdelka, ki služijo kot zamašek, morajo odprtine prav tako ležati

diagonalno druga nasproti druge, stran od centra in kolikor se le da blizu stene cevi ali profila, s katerim so povezani.

5. Notranja in zunanja ojačevalna rebra, plošče, vstavki in podobno morajo imeti porezane vogale, ki omogočajo, da cinkova talina neovirano teče oziroma preprečujejo nastanek zračnih žepov.

Velikost votlega dela (cevi) (mm)	Minimalni premer odprtine (mm)
< 25	10
≥ 25–50	12
> 50–100	16
> 100–150	20
> 150	posvetujte se s pocinkovalnico

Razpredelnica 5: Primerno velikosti odzračevalnih odprtin v cevarstih strukturah.

Če je potrebno ventiliranje daljšega votlega dela izdelka (več kot 3 m), se lahko zgodi, da bodo potrebne dodatne ali večje odzračevalne odprtine. V tem primeru se posvetujte s pocinkovalcem.

Odprtine, ki smo jih napravili za ventilacijo, lahko kasneje zamašimo, vendar predvsem iz estetskih razlogov, saj vroče pocinkanje zaščiti tudi notranje površine. Če je treba, lahko uporabimo povoskane aluminijaste ali plastične zamaške, ki preprečujejo vstop vode.

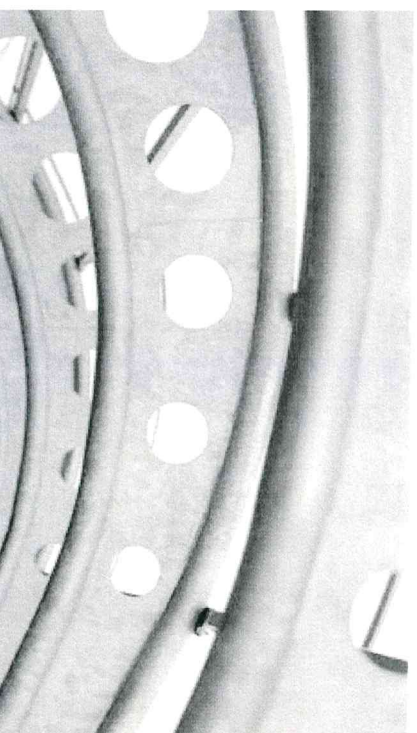
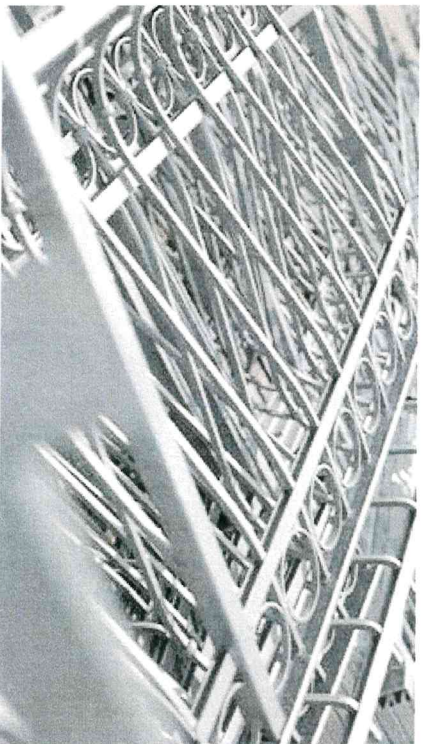
Natančne nasvete v zvezi s projektiranjem lahko dobite neposredno pri pocinkovalcu. Nekaj točk, ki jih morate vedno imeti v mislih, je razloženih v diagramih na straneh 32–36.

SESTAVA KOVIN IN KOMBINACIJE

Pocinkamo lahko navadna ogljikova jekla, nekatera nizko legirana jekla in odlitke iz železa in jekla.

Spajkanih ali bronastih delov naj ne bi cinkali.

Izogibajte se konstrukcijam ali elementom, ki so sestavljeni iz različnih jekel, saj se vsako od njih pri vročem pocinkanju vede drugače, to pa lahko



vpliva na enotnost in izgled cinkove prevleke. Če so uporabljena različna jekla, lahko s peskanjem celotne konstrukcije zmanjšate razlike v izgledu in debelini cinkove prevleke. Seveda pa je najboljšje, če je celoten izdelek iz enakega jekla.

Pri jeklenih elementih, ki so bili izpostavljeni težjemu hladnemu preoblikovanju (na primer ostro krivljenje), se na tem mestu po vročem pocinkanju lahko pojavi lom – razpoka. V takšnih primerih bo pred vročim pocinkanjem treba odstraniti notranje napetosti jeklenega elementa.

Če je treba vroče pocinkati visokotrdnostno jeklo, je treba upoštevati nevarnost, da bo prišlo po pocinkanju do razpok v jeklu. Takšna zahteva je sicer izredno redka, zato se z njo predhodno obrnite na pocinkovalnico, na Zvezo pocinkovalcev ali publikacijo št. 40/05 *Pocinkanje konstrukcijskih jeklenih izdelkov – Postopek obvladovanja razpok, ki jih povzročajo tekoče kovine*, ki jo je izdala British Constructional Steelwork Association (BCSA).

DIMENZIJE

Dimenzije jeklenih konstrukcij za vroče pocinkanje so v Pocinkovalnici Celje omejene na dimenzije kadl in znašajo 12.600 x 1.700 x 2.900 mm. Največja

teža konstrukcijskega elementa je lahko 7.000 kg.

SPOJNI IN VEZNI ELEMENTI

Za regulacijo debeline cinkove prevleke pri vročem pocinkanju navojnih elementov je treba upoštevati posebno čiščenje ženskih navojev. Več informacij o uporabi pocinkanih spojnih elementov in vezi lahko najdete v 10. poglavju.

PREKRIVAJOČE SE PОВRŠINE PLOČEVINE

Izogibajte se prekrivajočim se površinam, če je le mogoče. Poskrbite, da ne projektirate zaprtih vortih delov. Če sta prekrivajoči površini popolnoma zaprti z varjenjem, lahko med potapljanjem pride do eksplozije, saj se poveča pritisk ujetega zraka. Če prekrivajoči površini nista popolnoma zatesnjeni, lahko predpocinkovalna tekočina vdre v prostor med obema površinama in kasneje po pocinkanju izteče in povzroči rjave madeže na prevleki (stran 34).

ODLITKI

Odlitke je treba pred pocinkanjem speskati, saj se peska, ki je običajl na izdelku med odlivanjem, ne da odstraniti

s konvencionalnimi postopki kemičnega čiščenja. Ko oblikujete odlitke, ki jih boste kasneje pocinkali, se izogibajte podobenostim, kot so na primer ostri vogali in globoke vdolbine, ker lahko med vročim pocinkanjem povzročijo termično deformacijo izdelka. Zaželeno sta tudi velik radij in enotna debelina posameznih delov.

TEČAJI IN DRISNI ELEMENTI

Če želite, da se tečaji in drisni elementi po pocinkanju prosto premikajo, morate omogočiti dovolj veliko toleranco stičnih površin. Ponažvadi zaščoda dodana toleranca v velikosti najmanj 1 mm.

TERMICNE DEFORMACIJE

Zaradi notranjih napetosti, ki so bile predhodno vnemene v jekleni izdelek, lahko na njem med pocinkanjem pride do deformacij, ker se pri segrevanju jekla na temperaturo taline napetosti sprostito. Notranje napetosti lahko izvirajo iz jekla ali pa so prišle vanj z varjenjem, hladnim preoblikovanjem ali rezanjem in luknjanjem.

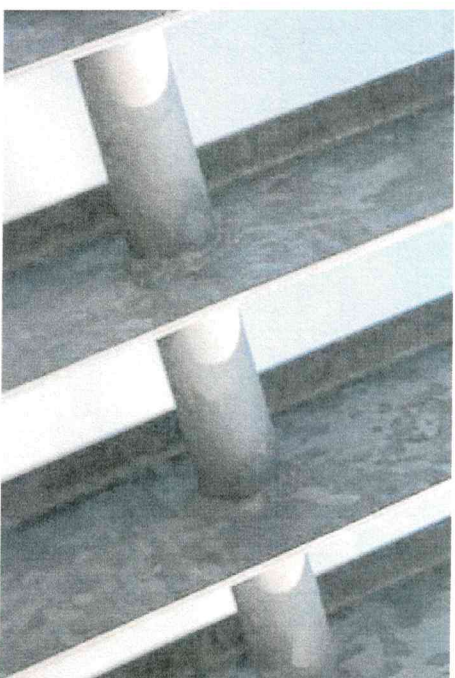
Že med projektiranjem lahko naredite veliko, da bi se izognili oziroma zmanjšali odvečne napetosti:

1. izvedite poseben nadzor med procesom varjenja pri proizvodnji izdelkov;
2. poskrbite, da bodo varni simetrični. Njihova velikost naj bo minimalna;
3. izogibajte se velikim spremembam v prečnem prerezu – asimetriji in debelini sten.

Če pa je nevarnost termične deformacije velika (na primer pri nesimetrično oblikovanih izdelkih), jo lahko zmanjšate oziroma celo odpravite, če konstrukcijo izdelate iz manjših kosov (več medsebojnega vijačenja), ki bodo omogočili enostavno in hitro potapljanje v talino. Če mislite, da boste lahko uporabili ta postopek, se že na začetku posvetujte s pocinkovalcem. Velikost in položaj odprtih za dotok in iztok cinkove taline na izdelku ter velikost in oblika odprtih oziroma ušes za obšanje izdelka imata pomembno vlogo pri učinku na deformacijo.

TRDNOST

Na raztezne lastnosti konstrukcijskega jekla vroče pocinkanje ne vpliva, kar prikazuje tudi razpredelnica 6 (stran 30).



	prejeto	pocink.	Hladno valjano 10 %		Hladno valjano 40 %		S prebitimi luknjami		Varjeno jeklo		
			nepocink.	pocink.	nepocink.	pocink.	nepocink.	pocink.	nepocink.	pocink.	
EN 10025-2 S275	raztezna moč (Pa)	453	461	563	560	741	706				
	0,5 % odporno na pritisek (Pa)	294	281	550	502	732	659				
	raztezek	45	46	18	22	8	15	*10	10	28	38
EN 10025-2 S355	raztezna moč (Pa)	531	522	644	635	811	784				
	0,5 % odporno na pritisek (Pa)	367	362	634	587	807	746				
	raztezek	41	43	16	20	8	15	+15	16	25	33
EN 10028-3 P460	raztezna moč (Pa)	585	597	714	734	905	860				
	0,5 % odporno na pritisek (Pa)	451	446	692	683	896	842				
	raztezek (%)	36	34	21	21	10	13	^6	5	29	30

Razpredelnica 6:

Testi razteznih lastnosti konstrukcijskega jekla na ploščah z debelino 12,7 mm (vir: IJZRO, 2006).



VARJENJE

Varilna žilindra, ki je nastala pri varjenju in ni bila očiščena, po vročem pocinkanju pusti nepocinkana črna mesta. Da bi se tej težavi izognili, uporabljajte le plinsko zaščitene procese varjenja, kot je na primer M.I.G. Če uporabljate prevlečene elektrode, z zvarjenih delov temeljito očistite žilindro. Da bi zmanjšali pojav dvignjenih varov po vročem pocinkanju, naj bo vsobnost silicija v materialu za varjenje nižja kot 0,04 %. Varilni spreji naj bodo vodotopni in naj ne vsebujejo olja in silicija. Dodane informacije o varjenju lahko najdete v 10. poglavju.

OZNAČEVANJE IN ETIKETIRANJE

Za začasne identifikacijske oznake lahko uporabljate vodotopne barve ali kovinske tablice. Ne uporabljajte barv ali pisal na osnovi oljnih barv. Za trajno označevanje, ki mora biti vidno tudi po pocinkanju, je treba izvesti reliefno označevanje.

ZAŠČITA POVRŠIN, KI JIH NOČEMO POCINKATI

Če določeni deli jeklenega izdelka ne smejo biti vroče pocinkani, je treba uporabiti primerno zaščito – visokotemperaturne trakove, mast ali barvo oziroma katerikoli drugi postopek, ki preprečuje vroče pocinkanje. V zvezi z zaščito pred pocinkanjem se posvetujte z pocinkovalcem.

TEČAJI IN DRSNI ELEMENTI

Pocinkane izdelke lahko med seboj spajamo z vijaki, zakovicami ali pa jih zvarimo ali zalepimo. Priporoča se vijčenje in odsvetuje varjenje (10. poglavje).

RAVNANJE Z IZDELKI

Glede na obliko in dimenzijo izdelka bodo morda potrebne odprtine oziroma ušesa za obešanje. Obstajajo tudi možnosti neposrednega obešanja z verigami ali, za manjše izdelke, v košarah. Slednji načini niso primerni, saj vplivajo na izgled in povzročijo veliko stičnih – nepocinkanih mest.

Pri velikih posodah, posebej eno- ali dvostransko odprtih, bodo potrebne notranje konzolne povezave, ki med pocinkanjem ohranijo obliko posode.

NEČISTA POVRŠINA JEKLA

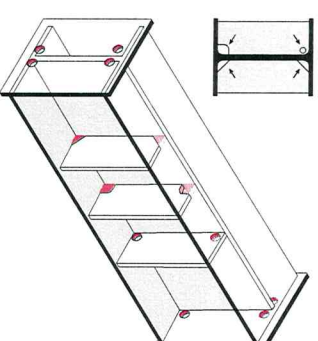
Za kakovostno vroče pocinkanje so nujno potrebne čiste površine jekla.

Umazaniji, kot so maščobe, katran, barve in varilna žilindra, ni mogoče odstraniti s kemičnim čiščenjem, posledica pa so nepocinkani črni madeži. Projektanti morajo poskrbeti, da je za dobavo čistih izdelkov za vroče pocinkanje odgovoren proizvajalec konstrukcije, ki jih je dolžan pred vročim pocinkanjem odstraniti.

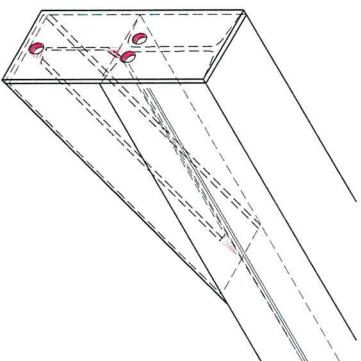
Jekleni deli, ki so bili rezani oziroma navrtani z raztopinami na podlagi olja, lahko povzročajo podobne težave kot varilni spreji. Strojno tekočino, ki se je vžgala ali zapela v jeklo, je treba odstraniti, preden izdelek pošljemo na vroče pocinkanje.

Nečistoče na jekleni površini je včasih težko odkriti, pokažejo se šele po vročem pocinkanju. Tak izdelek bo verjetno treba z dodatnimi stroški, pocinkati še enkrat.

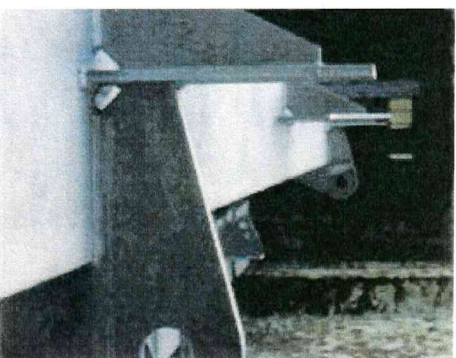
**ODPRTINE, KI JIH
MORAMO UPOŠTEVATI PRI
PROJEKTIRANJU ZA VROČE
POCINKANJE**



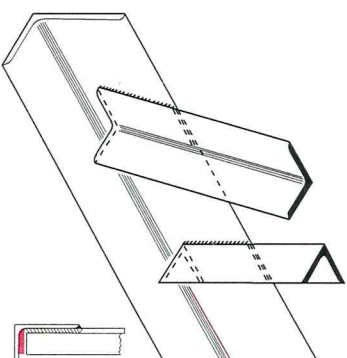
Natančnejša navodila v zvezi s projektiranjem izdelkov, ki jih bomo pozneje vroče pocinkali, lahko najdete v SIST EN ISO 14713 in drugih publikacijah Zveze pocinkovalcev.



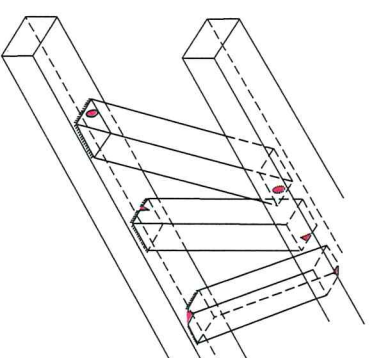
Zaključne vezne plošče in ojačitvena rebra, ki so varjena na profile, morajo biti odzračena v svojih skupnih stičiščih.



Sekanje notranjih oglišč teh nosilcev bo pripomoglo k dostopu in iztoku cinkove taline v in iz kotov; rezultat bo lepša in popolna cinkova prevleka.



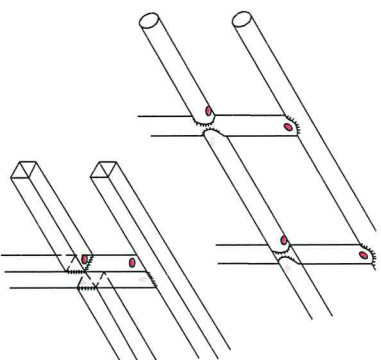
Pokončni kotniki naj bodo odrezani pred stikom s položnim profilom. Tako bo staljeni cink lažje stekel iz konstrukcije. Dobili bomo popolno cinkovo prevleko in zmanjšali možnost za zadrževanje pepela v kotih in nastanek zračnih žepov v konstrukciji, kar lahko povzroči, da se cink na nekaterih delih ne sprime z jeklom.



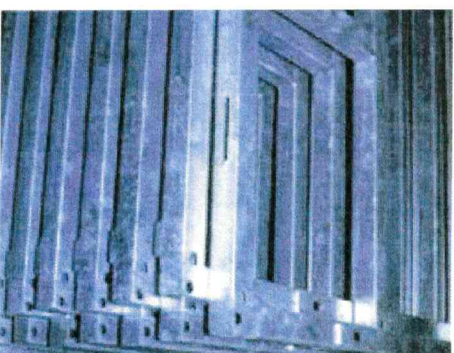
Če ima obdelovanec votle dele, je treba poskrbeti za zračenje in iztok cinkove taline. Pri navpičnih profilih so to lahko izvrtane luknje ali zareze v obliki črke V. Odprtine morajo ležati diagonalno druga nasproti drugi, tik ob vrhu in dnu profila.



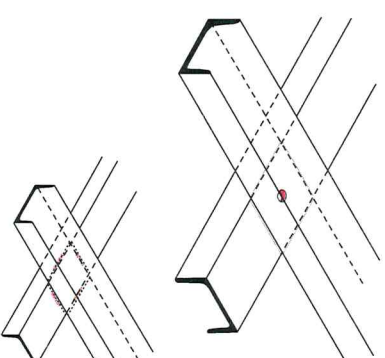
Sekanje vogalov teh nosilcev bo pripomoglo k dostopu in iztoku cinkove taline, rezultat bo čistejša in lepša cinkova prevleka.



Natančnejša navodila v zvezi s projektiranjem izdelkov, ki jih bomo pozneje vroče pocinkali, lahko najdete v standardu SIST EN ISO 14713 in drugih publikacijah za vroče pocinkanje.

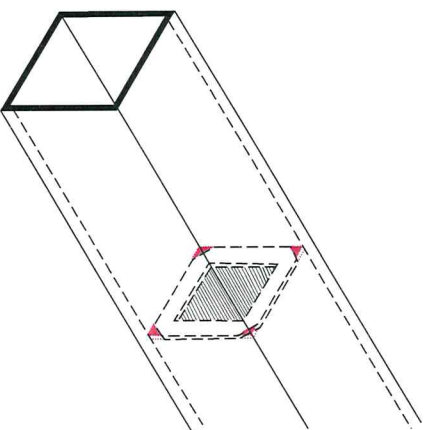


Zunanja oglišča zvarjenih profilov morajo biti odzračena.



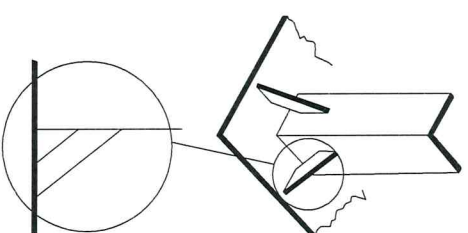
Prekrivažice ali dotikajoče se površine so potencialno nevarne, saj vanje lahko priteče predpocinkovalna raztopina. V talni se ta tekočina upari in lahko povzroči eksplozijo.

Če se stičnim površinam ne morete izogniti, kot na primer pri teh dveh profilih, potem poskrbite, da bodo robovi obeh dotikajočih se površin neprekinjeno zvarjeni. Za vsakih 100 cm² površine, kjer se dve ploskvi prekrivata, zvarjajte skozi obe prekrivažici se površini luknjo z minimalnim premerom 10 mm. Tako se izognemo eksploziji med pocinkanjem.

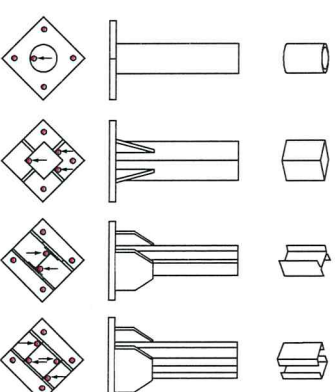


Če to ni mogoče, naj bo var prekinjen. Pri procesu pocinkanja bo izmed obeh prekrivajočih se plošč verjetno iztekla tekočina ali bo med njima celo ostala. Kasneje iztekanje te raztopljene lahko povzroči rjave madeže, ki ne bodo vplivali na kakovost zaščite cinkovega premaza. Odprtine za odzračevanje zaprtega prostora niso potrebne, če je površina manjša kot 100 cm² (na primer 10 x 10 cm).

Kjer pa se pri oblikovanju ne da izogniti večjim prekrivajočim se površinam (na primer profil na profil ali plošča na profil), za nasvet obvezno zaprosite strokovnjaka v pocinkovalnici.

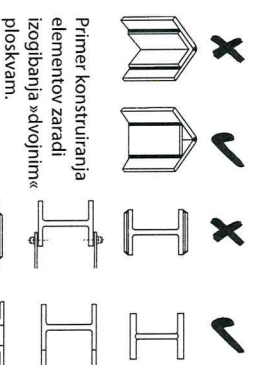


Zunanja rebra profilov morajo imeti posekano notranje oglišče.

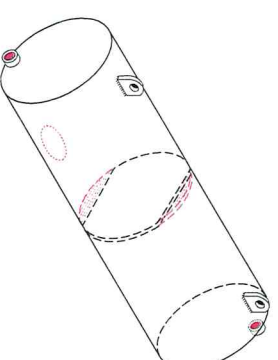
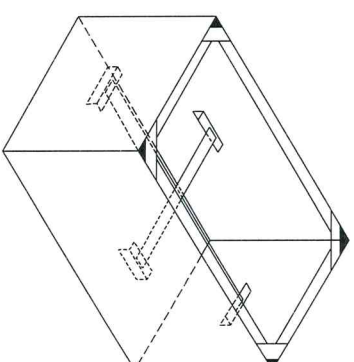
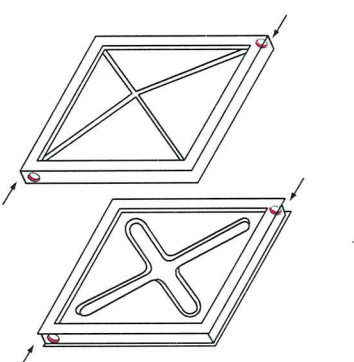


Primeri odzračevanja profilov, pritrjenih na ploščo.

Notranje plošče v večjih »škafastih« profilih naj imajo posekana oglišča in večjo prehodno odprtino. Notranje plošče na manjših »škafastih« profilih morajo imeti samo posekana oglišča. V teh primerih in ko gre za odzračevanje v notranjosti profilov (»snevidne« odprtine), mora biti pocinkovalnica seznanjena z ustrezno skico.



Primer konstruiranja elementov zaradi izogibanja »dvojnini« ploskvam.

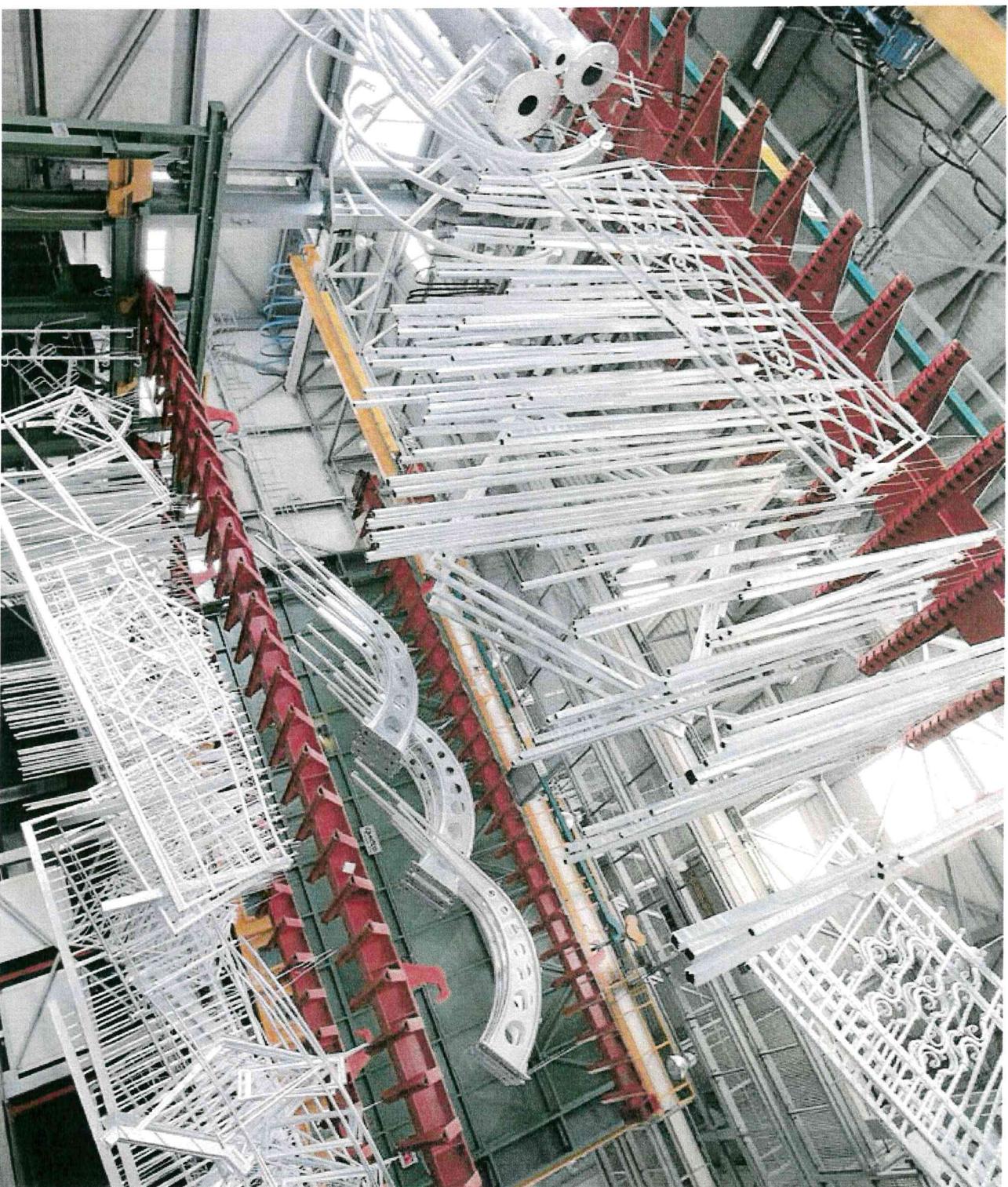


Če zvarjeni spoji kako drugače ne tvorijo zaprtega – neprežračenega prostora, naj bodo neprekinjeni. Spoje, ki so povezani med seboj z vijaki, spajajte po počinkanju.

Da bi kar najbolj zmanjšali tveganje deformacij, je treba na večjih ploščah izvesti križne ali piramidaste vtise. Odprtine naredite v ogliščih.

Stene velikih odprtih škatlastih posod je treba medsebojno povezati – ojačati. Če so stene na robovih ukrivljene navznoter, morajo imeti oglišča odzračena. Debeline sten priključkov in navrtjenih elementov naj bodo podobne debelini sten posode. Pri vročem počinkanju takšnih elementov so termične deformacije ponavadi zelo izrazite.

Odprtine za zračenje okroglih posod naj ležijo diagonalno druga nasproti druge. Njihov premer določite s počinkovalnico. Notranje plošče morajo biti posekane zgoraj in spodaj. Ušesa za dvigovanje morajo biti nameščena, kot kaže slika – v liniji odzračevalnih odprtin. Notranji elementi naj bodo vidni skozi zračne ali nadzorne odprtine. O tem, kam namestiti kontrolno odprtino, se posvetujte s počinkovalcem.



9. POGlavJE

KAKOVOST IN PREGLED

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

Zveza pocinkovalcev od svojih članov vedno zahteva, naj se držijo najvišjih standardov kakovosti, ki so določeni s standardom SIST EN ISO 1461. Ta standard zagotavlja, da je cinkova prevleka celovita in dovolj debela.

Zagotavljanje kakovosti v industriji je bilo uvedeno z vrsto standardov ISO 9000 – »Kakovostni sistemi«. Ze zdaj ima večina tovarn, ki se ukvarjajo s pocinkanjem, certifikat, ostale pa naj bi to uredile v bližnji prihodnosti.

MERJENJE TEŽE IN DEBELINE ZAŠČITE

Proces pocinkanja v večini primerov zagotavlja, da je zaščita dovolj debela in da s tem ustreza zahtevam standarda SIST EN ISO 1461. Ostajajo številne kontrolne tehnike, ki jih lahko uporabimo.

Dokončno težo oziroma debelino cinkove zaščite lahko določimo z destruktivno metodo, t. i. »razčinkaj in stehaj«, ali s pripravo in mikroskopsko meritvijo debeline. Vendar pa so v večini primerov priporočljivi nedestruktivni instrumenti. Na voljo sta dva tipa magnetnih instrumentov – prvi meri magnetno privlačnost med permanentno magnetno iglo in bazo jekla oziroma železa, drugi pa deluje na principu magnetne indukcije. Nedestruktivne teste lahko izvajamo kadar koli, tako da lahko izvedemo meritve debeline tudi kasneje. Magnetno testiranje debeline zaščite predpisuje standard EN ISO 2178.

ZUNANUJI IZGLEd

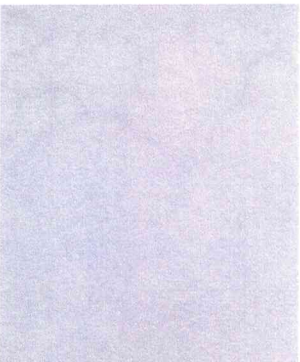
Razpredelnica 6 povzema kriterije zunanjega izgleda prevleke. Različice izgleda so posledica površine in kakovosti jekla, sprejemljivost prevleke pa se običajno ocenjuje z vidika njegove obstojnosti in odpornosti na korozijo.

Izgled Zadovoljivost zaščite (ni povezana z izgledom)

temno siva prevleka (samo Fe-Zn plasti, brez zunanje cinkove plasti)	sprejemljivo
rjavi madeži	sprejemljivo zlahka odstranimo z krtačo
hrapavost	sprejemljivo, če ni drugače dogovorjeno
zatekline in špice	sprejemljivo, če ni drugače dogovorjeno (neenakomeren iztok cinka)
grudlice	sprejemljivo, če ni prevelike količine trdega cinka
bela rja	sprejemljivo, če teža odgovarja SIST EN ISO 1461
ostanki fluksa	niso sprejemljivi
nezaščiteni mesta	niso sprejemljiva poškodovana mesta je mogoče popraviti z upoštevanjem navodil standarda SIST EN ISO 1461

Razpredelnica 7:

Razpredelnica končnega izgleda prevleke (slike na straneh 39–41).



TEMNO SIVA PREVLEKA

Silicij je včasih med proizvodnjo jekla dodan kot reductent in med pocinkanjem pospeši reakcijo med jeklom in cinkovo talino. Ko pocinkani predmet dvignemo iz cinkove taline, je prevleka dovolj vroča, da se reakcija v njej nadaljuje. Ta povzroči širjenje cink-železovih kristalov – plasti proti zunanosti prevleke. Ti povzročijo končni sivi izgled prevleke. Cink-železove plasti so temno sive, čista cinkova plast pa je svetle, sijajne barve. Svetlo sijajne prevleke imajo na površini čisto cinkovo plast, med tem ko so pod njo prav tako tri različne cink-železove plasti. S staranjem prevleke razlika v barvi med njima postaja manj očitna.

Prevleke, ki so v celoti sestavljene iz železo-cinkovih plasti, so debelejšje in obstojnejše od tistih na jeklih, ki niso pomitjene s silicijem oziroma aluminijem. Odpornost proti koroziji je vsaj tako dobra kot na čistem cinku in je lahko v industrijskem okolju, kjer je veliko kislin, še bolj obstojna. Cink-železova prevleka je bolj odporna na abrazijo kot tista s cinkom v zgornji plasti, vendar pa obstaja pri njej večja nevarnost luščenja, zato je treba s takšnimi prevlekami ravnati previdneje.

Na temno sivih površinah zaščitne se lahko pojavijo madeži že po krajšem izpostavljanju vlagi. To je samo površinska reakcija in ne pomeni resnega poslabšanja kakovosti zaščite; cinkova zaščita še naprej ščiti jeklo.

Rjaví madeži

Na zdravem – pocinkanem jeklu s še dolgo življenjsko dobo se lahko spremeni barva ali pa se pojavijo rjavi madeži. Zato lahko pomislimo, da zaščita ne deluje in je vizualno nespejteljiva, kar pa ni res. To je lahko posledica katerega izmed naslednjih dejavnikov:

- neposredni stik pocinkanih predmetov z nezaščitenim oziroma nepravilno zaščitenim jeklom (npr. deli pocinkanega jekla so spojeni z nezaščitenimi oziroma galvanjsko pocinkanimi ali pobarvanimi jeklenimi spoji);
- odlaganje železovega prahu na prevleki iz drugih virov iz okolice;
- pritekanje vode iz rjastih oziroma slabo zaščitenih jeklenih konstrukcij (npr. poškodovana območja na pobarvani jekleni konstrukciji);
- pritekanje rje iz por zvarov elementa, ki jih raztaljeni cink ne more doseči. V postopku kemičnega čiščenja površine pred pocinkanjem kislina prodre v porozne zvarke ali prostore dveh stičnih ploskev in iz njih izteče kasneje – po pocinkanju;
- rjavenje področij zavarjenih po vročem pocinkanju, ki so ostala nezaščitená oziroma so bila neprimerno zaščitená;
- voda teče z ostalih materialov, kot je baker, ali nekaterih trdnih lesov (npr. hrasti). To se lahko zgodi vedno, kadar voda raztaplja material ene površine in se steka na pocinkano jeklo.

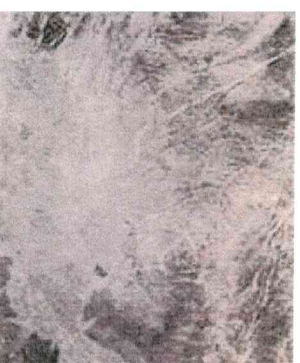
Da bi se izognili rjastim madežem, morajo biti vsi deli konstrukcije primerno zaščiteni. Tudi vijaki in matice morajo biti vroče pocinkani (10. poglavje). Vrti morajo biti neprekinjeni in neporozni, če je le mogoče. Z njih je treba odstraniti tudi vse ostanke varilne škeje. Zgradbe morajo biti projektivirane tako, da je onemogočeno stekanje vode na pocinkane elemente.

Mesta, ki so varjena po pocinkanju, je treba popolnoma očistiti in obnoviti cinkovo zaščito (stran 41).
Madeži in spremembe barve, ki so posledica zunanjih virov, nimajo vpliva na življenjsko dobo zaščite. Vendar pa lahko konstrukcijo očistimo in s tem izboljšamo njen zunanji videz. Običajno čiščenje z žičnato krtačo ali čistilnimi praški odstrani madeže in pušči za seboj zdravo pocinkano površino.

Hrapavost

Standard SIST EN ISO 1461 zahteva »gladko« pocinkano površino, vendar opozarja, da je gladkost relativen pojem in da zaščite na obdelovanih predmetih ne smemo ugotavljati po istih standardih, po katerih sodimo mehansko očiščene predmete; pocinkano pločevino, cevi in žico.

Neenakomerna zaščita je običajno posledica prekomerne oziroma neenakomerne rasti Fe-Zn plasti prevleke zaradi sestave in stanja površine jekla. Neravna prevleka je pogosto debelejša od ravne – gladke in zato bolj obstojna, vendar pa je lahko včasih neprimerna oziroma lahko moti namen uporabe predmeta.



Zateklina in špice

Zateklina nastanejo zaradi neenakomernega iztoka stališnega cinka s predmeta, ko ga odstranimo iz taline in se pojavijo zaradi oblike ali tankosti predmeta, ki ga cinkamo. Ne škodujejo življenjski dobi zaščite. Ostre špice odvečnega, strižnega cinka niso sprejemljive, saj tako predmet postane nevaren za ravnanje. Na obdelanem predmetu, s katerega smo odstranili zateklina in špice do jeklene površine, je treba takoj popraviti zaščito; razlaga je na naslednji strani.

Grudice

Grudice sestavljata trdi cink – zmes cinka in železa, ki se stalno oblikuje v talini cinka. Lahko so tudi posledica železovih soli, ujetih na površini obdelovanca, ki jih prenesemo v talino iz predobdelovalnih kopal. Povečana koncentracija grudic je lahko tudi posledica divgovanja – vzburljanja dna taline, kamor se sicer odlaga trdi cink. Trdi cink ima podobno stopnjo antikorozijske zaščite kot cink in njegova prisotnost v zaščiti v obliki drobno razpršenih delcev ni problematična. Vendar pa so večje koncentracije trdega cinka v prevleki moteče, zato jih pocinkovalec skuša spraviti na najnižjo možno raven.

Bela rja

Bela rja so beli ali temni korozijski madeži, ki jih lahko vidimo na novo pocinkanih predmetih, ki smo jih skladiščili enega na drugem oziroma smo jih transportirali v vlažnih in mokrih pogojih. Kjer se pojavijo bela rja, je prevleka pod njo lahko temno siva ali črna.

Da bi preprečili pojav bele rje zaradi nepravilnega skladiščenja, je treba pocinkane predmete transportirati in hraniti v suhih in dobro zrarenih prostorih. Če jih skladiščimo zunaj, naj se pocinkane površine med seboj ne dotikajo; kroženje zraka je potrebno, da preprečimo kondenzacijo in zadrževanje vlage. Izogibati se je treba skupnemu pakiranju oziroma skladiščenju, saj kapljarno delovanje lahko privleče vodo v med seboj dotikajoče se površine. Predmeti se v času skladiščenja ne smejo dotikati in ne smejo biti v stiku s tlemi.

Kadar je videz zelo pomemben, lahko za ohranjanje visokega sijaja uporabimo zaščitne premaze – pasivizatorje. Na voljo je vrsta prodajnih proizvodov, nekateri izmed njih so za prav posebne namene. Večje madeže bele rje je treba odstraniti. Običajno to lahko naredimo s trdo ščetinasto krtačo ali nežnim strgalom. Kemična sredstva naj bodo

zadnja možnost, saj po uporabi zahtevajo temeljito spiranje s čisto vodo.

Ostanki fluksa in umazanija

Pred potapljanjem v cinkovo talino elemente potopimo v raztopino fluksa, ki v talini odgoreva v pepel. Ta se lahko oprime cinkove prevleke. Čeprav je to površinski učinek, lahko ostanki fluksa bistveno vplivajo na življenjsko dobo zaščite in jih je zato treba odstraniti.

Umazanija lahko na površino prevleke pride iz okolice (gradbišče), nastane med prevozom ali ob stiku z drugimi predmeti. Umazanijo je lahko sprati, pod njo pa ostaja normalna prevleka, zato madeži umazanije niso škodljivi.



Nezaščiteni površine

Izdelke z nezaščitenimi mesti, nastalimi zaradi napačne obdelave, bo odkril pocinkovalec med pregledom in jih saniral, vendar pa lahko nezaščiten površine nastanejo tudi zaradi napak med valjanjem jekla, npr. dvoplastnosti ali oksidov, ki se pojavijo na površini.

OBNOVA POŠKODOVANE ZAŠČITE

Površine se lahko po pocinkanju poškodujejo zaradi dejavnosti, kot so na primer rezanje ali varjenje, in čeprav ina cinkova prevleka odlično odpornost na grobo obdelavo, se pri prevozu in montaži lahko pojavijo majhne površine s poškodbami. Zaradi elektronegativnega delovanja cinka majhne napake ne zmanjšajo zaščite. Kljub temu je zaradi estetskih razlogov treba pogosto obnoviti zaščito tudi na tako majhnih površinah.

Ustrezno protikorozijsko zaščito na vsaki prizadeti površini bomo dosegli, če bo debelina nanosa na popravljenem mestu enaka debelini nepoškodovane prevleke. Po standardu SIST EN ISO 1461 so ustrezne naslednje tehnike:

- Z žično krtačo temeljito skratučno poškodovano površino in nanesemo zadostno količino premaza na osnovi

cinka v prahu (s čopičem ali aerosolnim razpršilecem), da bo debelina zaščite skladna s standardom (to je EN ISO 1461).

- Temeljito skratučno prizadeto površino, jo segrejemo z gorilnikom do 300 °C in nanesemo cink v palicah (otanje) ali v prahu (metalizacija s cinkovim prahom), da dosežemo zahtevano debelino obnovljene zaščite. Na stojeci jekleni konstrukciji ali težko dostopnih območjih je navedena tehnika lahko pretežavna ali zamudna.

Pri segrevanju z gorilnikom moramo biti pozorni, da previsoka temperatura ne poškoduje bližnjih pocinkanih površin, še posebej težjih zaščit, ki nastanejo zaradi reaktivnih jekel.

- Opekamo prizadete površine in termično nabrizgamo cink. Debelina 100 µm termično nabrizganega cinka zagotavlja protikorozijsko zaščito, enakovredno 85 µm vroče pocinkane prevleke.

Barvo, obogateno s cinkom, je izredno lahko uporabljati, še posebej na mestu samem. Termično brizganje cinka je običajno izvedljivo le v delavnici.

Standard SIST EN ISO 1461 zahteva, da mora biti debelina zaščite na obnovljenih površinah običajno 30 µm debelejša od predpisane debeline cinkove prevleke za to debelino jekla. Izjema je primer, ko je treba celotno prevleko dodatno premazati, takrat je dovolj premaz enake debeline, kot je cinkova prevleka.

Izbira sredstva za popravilo prevleke mora biti usklajena s končnim premazom, če se bo končni naročnik odločil za nanašanje dodatnega premaza.

10. POGlavJE

SPAJANJE VROČE POCINKANEGA JEKLA

NI RAZLOGA, DA BI IMELE KONSTRUKCIJE KRAJŠO ŽIVLJENJSKO DOBO ZARADI SREDSTEV, UPORABLJENIH ZA NJIHOVO SPAJANJE, KAJTI TUDI TE JE MOGOČE VROČE POCINKATI.

VROČE POCINKANJE NAVOJNIH SPOJEV IN VEZNIH ELEMENTOV

Velikosti

Splošno pravilo je, da je matice, vijake, in podložke do velikosti premera 8 mm mogoče pocinkati, veliko navojnih spojev in veznih elementov pa se da obdelati s posebno opremo. Za ISO metrične spojne elemente pocinkanje enega notranjega ali zunanjega navoja zahteva dodatno toleranco – štirikratno debelino zaščite. Običajno je, da so standardni vijaki popolnoma pocinkani, matice pa so pocinkane gole in se navoj, do 0,4 mm večji, vreže kasneje. Po vrezu je treba navoje rahlo naočrtati. Pri sestavljanju so navoji matice posredno zaščiteni s pokritjem cinka na vijaku. Tudi po nekaj letih uporabe je pocinkane matice mogoče brez težav odviti, čeprav njeni navoji niso bili nikoli pocinkani. Več informacij o dimenzijah, postopku in učinkovitosti vroče pocinkanih matic in vijakov je na voljo v knjigi *Priručnik za inženirje in arhitekte. Navodila za obdelavo vroče pocinkanih vijakov in matic*, ki ga je izdalo Združenje pocinkovalcev.

Enotnost prevleke

Težnja je, da je vroče pocinkanje debelejšje pri korenu navojev, z moderno opremo pa lahko vseeno dosežemo enakomeren nanos. Kakršno koli odebelitev, ki se pojavi, lahko prilagodimo z otopitvijo navoja matice.

Končna obdelava površine in njen izgled

Vroče pocinkani spojin in vezni elementi imajo običajno sveto sivo barvo, vendar pa je v nekaterih primerih, ko gre za visoko vzdržljive in visoko raztezne vijake, zaščita lahko mat sive barve, ker visoka vsebnost silicija v železu močneje reagira s cinkovo talno. Vroče pocinkani spojin in vezni elementi pri visoki temperaturi (okoli 550 °C) dobljo enotno mat sivo barvo, ki se pojavi zaradi specifičnega formiranja prevleke.

Skladiščenje

Pocinkane spojne in vezne elemente je treba skladiščiti v suhem, dobro zratenem prostoru, ker se s tem zmanjša možnost pojavnja bele rje (9. poglavje).

Razpredelnica 8: Izbrane prevleke za zaščito spojev.

Tip	debelina prevleke
Elektroplaitanje BS 33882: 2. del	5–12 µm (običajno)
Šerardizacija 1. razreda	30 µm
Šerardizacija 2. razreda	15 µm
Vroče pocinkanje BS 7371: 6. poglavje: 1998	43 µm (min)

Specifikacija vroče pocinkanih spojev in veznih elementov

Izbrane zaščite na podlagi cinka so bile našete v razpredelnici 8.

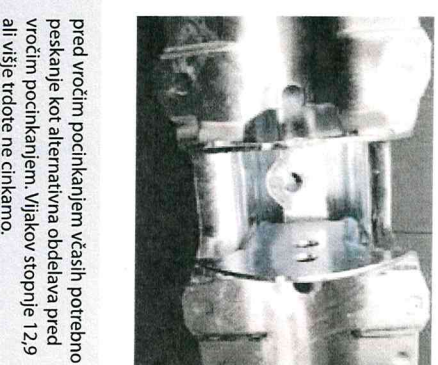
Problem običajno nastane, ker elektroplaitanje pogosto zamenjamo z galvanskim pocinkanjem. Kadar je potrebna dolga obstojnost, ni dovolj, da specificiramo »pocinkano«. Na specifikaciji spojin in veznih elementov mora biti napisano, da pokritje spojev odgovarja standardu BS 7371: 6. poglavje: 1998, in da ga je pocinkal član mednarodne Zveze pocinkovalcev, s čimer Zveza pocinkovalcev zagotavlja visoko kvaliteto in tehnično podporo.

Stroški

Začetni stroški vročega pocinkanja navojnih spojev in veznih elementov so običajno malo višji od elektroplaitanja BS 3382: 2. poglavje. Če pa upoštevamo dolgotrajno zaščito pred rjo, je vroče pocinkanje daleč najbolj ekonomična zaščita.

Visoko raztezni trdni vijaki

Običajne visoko raztezne trdne vijake (ISO stopnja 8.8), ki so v skladu s standardom BS 4395: 1. poglavje (ekvivalenten ASTM A 325), lahko brez težav pocinkamo. Vijaki razreda ISO stopnje 10.9 (BS 4395: 2. poglavje ali ASTM A 490) so lahko vroče pocinkani v Veliki Britaniji, na Japonskem, v Italiji, Franciji in Nemčiji, vendar pa je

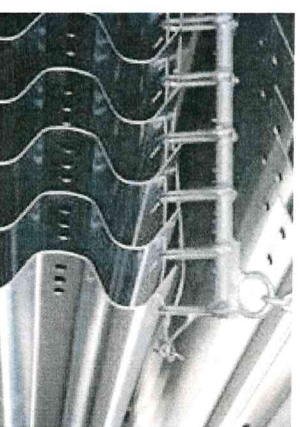


pred vročim pocinkanjem večasih potrebno peskanje kot alternativna obdelava pred vročim pocinkanjem. Vijakov stopnje 12,9 ali višje trdote ne cinkamo.

Drusno trenje

Na začetku je koeficient trenja med pocinkanimi površinami nizek – povprečno 0,19. Pri začetku drsenja pa se koeficient trenja hitro poveča in pride do »zakepa« zaradi hladnega varjenja med pocinkanimi površinami. Če je majhen zdrs dovoljen, ni potrebno ponovno obdelovati površine, če pa do zdrsa ne sme priti, lahko koeficient trenja povečamo s tem, da površino pocinkane zaščite naredimo bolj hrupavo. Z žičnato krtčo koeficient dvignemo na 0,35. Z rahlim peskanjem pa se lahko dvigne tudi do 0,5. V ZDA je pocinkanje eno redkih dovoljenih prekritij na stičnih površinah v specifikaciji protizdrsnih spojev. To potrjuje Raziskovalni center za zakovanje in vijacne gradbene spoje inženirske fundacije.

Opisani zaklep lahko povzroči obrabo navojev pocinkanih spojev, ki smo jih uporabili proti zdrsu, zato bo mogoče potrebno mazivo za zagotovitev protizdrsne moči. Beeswax je znan kot najboljšje mazivo, za ta namen pa so proizvedena tudi maziva molybdenum disulfid ali tallov.



VARIENJE VROČE POCINKANEGA JEKLA

Testiranja na varilskem inštitutu, ki ga podpira Međnarodna organizacija za raziskave svina in cinka (ILZRO), so pokazala, da je mogoče na vroče pocinkanem jeklu narediti visokokakovosten var in da so natezne, upogibne lastnosti in lastnosti obrabe takih zvarov praktično enake tistim na nezaščitem jeklu. Hitrost varjenja so manjše, več je tudi iskenja, še posebej pri varjenju s CO₂.

Na pocinkanih jeklih se z lahkoto uporabljajo vsi postopki fuzijskega varjenja, vendar pa se lahko zgodi, da so potrebne manjše spremembe v tehniki, in sicer glede na uporabljeni varilni postopek, vrsto zvara in varilni položaji. Primer za ročno obločno varjenje:

- rahlo udarjanje z elektrodo, ki jo pomicamo naprej in nazaj vzdolž vara;
- položaj spoja spodbudi volatizacijo cinka pred varilno površino;
- za boljše prebojnost so priporočljivi malce večji presledki v spojih;
- krajši oblok omogoča boljši nadzor nad površino varjenja in pomaga preprečevati prekinjaljočo se prekomerno prebojnost in spodrežanost;

- lahko se uporabi navadno in z rutilom prevlečeno elektrodo, vendar je treba pred produkcijskim varjenjem opraviti preprosta testiranja.

Podrobne informacije o tem in drugih postopkih fuzijskega varjenja so na voljo pri Zvezi pocinkovalcev.

Čeprav je cink potreben element v človekovi prehrani in se ne akumulira v človeškem telesu, lahko vdihavanje hlapov sveže nastalega cinkovega oksida povzroči prehodno vročino zaradi kovinskih hlapov s simptomi, ki so podobni gripi. Da bi stopnje hlapov obdržali v okviru sprejemljivih stopenj, je treba poskrbeti za njihovo odvajanje med varjenjem pocinkanega jekla v zaprtih prostorih ter med varjenjem nezaščitenega jekla. Vedno je pri varjenju treba upoštevati ustrezne predpise COSHH.

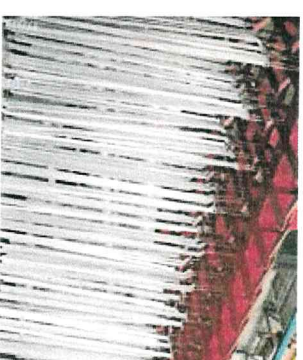
PREPREČEVANJE RJE NA ZVARIH

Vse zvare na pocinkanih predmetih moramo po končanem varjenju zaščititi pred rjo. Na zgornji površini takrat ni rje in jo je lahko obdelovati. Obdelava je mogoča, kot je opisano v 9. poglavju.

11. POGlavJE

BARVANJE IN PRAŠNO LAKIRANJE POCINKANEGA JEKLA

VROČE POCINKANJE JE EKONOMIČNA IN DOLGOTRAJNA PROTIKOROZIJSKA ZAŠČITA. KADAR ORGANSKE PEMAZE, KOT STA BARVANJE IN PRAŠNO LAKIRANJE, NANAŠAMO NA POCINKANO JEKLO, DOBIMO DVOJNO ZAŠČITO, ZNANO KOT SISTEM DUPLEX.



Ti premazi se uporabljajo za:

- estetski videz, kamuflažo ali iz varnostnih razlogov;
- povečanje ekonomičnosti zgradbe;
- zagotavljanje dodatne zaščite v agresivnem okolju.

Barvni premaz lahko nanesemo kmalu po vročem pocinkanju ali kasneje, ko je bila cinkova zaščita že izpostavljena vplivom vremena. Lahko ga nanesemo tudi takrat, ko je potrebna dodatna zaščita za zagotovitev obstojnosti.

Kadar barvo uporabimo za podaljšanje življenjske dobe vroče pocinkane konstrukcije, je običajno najbolj ugodno, da odlasamo z barvanjem in s tem izkoristimo dobro, ko vzdrževanje ni potrebno.

PRIPRAVA VROČE POCINKANEGA JEKLA

Pri vseh delih na jeklenih konstrukcijah je zelo pomembna temeljita priprava vroče pocinkane prevleke, ki jo bomo barvali. Nepravilno oziroma slabo razmaščevanje površine pocinkanelega jekla je še posebej pogost razlog za neuspešni sistem duplex.

Tudi organskih premazov običajno ne smemo nanašati neposredno na pocinkano jeklo. Vendar pa postajajo vedno bolj priljubljeni barvni sistemi za preprosto nanašanje vseh barv, ki

so posebej proizvedeni za nanos na neželezne kovine, kot je cink.

Razlogi za potrebo po učinkoviti zaščiti površine so običajno dobro znani. Ko je jeklo pocinkano, ima sprva čisto, svetlo in sijočo barvo. Sčasoma se ta barva spremeni v temno sivo patino, saj cink reagira s kisikom, vodo in ogljikovim dioksidom v zraku, kar oblikuje kompleksno, trdo, stabilno zaščito, ki se trdno oklepa cinka. Patina se oblikuje nekaj časa, ta čas pa je odvisen od okolja, v katerem je potekal proces vročega pocinkanja – traja od šest mesecev do dveh let ali več. Med to spremembo zunanjšega sloja cinka v kontro stanje se oblikujejo preprosti oksidi in ogljiki, ki se slabo vežejo na površino. Ker je večina premazov duplex narajena v tem času, je treba površino cinkove prevleke očistiti s kemičnimi ali mehničnimi sredstvi. Premaze lahko nanesemo neposredno na svežo, lahko pa tudi na staro cinkovo prevleko, vendar pa rezultati niso vedno dobri, prav zato pa preizkušanje ni priporočljivo.

Kadar so estetske zahteve zelo visoke, je potrebnega nekaj dela, gladenja vroče pocinkane prevleke, kajti manjše neravnine na površini lahko po nanosu organskega premaza postanejo bolj vidne. To je še posebej opazno pri prašnem lakiranju. Posebna pozornost je potrebna pri poliranju cinkove prevleke, ki se zaradi premočnega ali preobsežnega poliranja lahko poškoduje.

NAVODILA: PREDPRIPRAVA ZA BARVANJE

Navodila za pripravo vroče pocinkanih površin so bila izdelana na podlagi študije, ki jo je izvedel neodvisni raziskovalni center vodilnega britanskega proizvajalca o pripravah za barvanje in barvnih sistemih ter parametroh, ki vplivajo na njihovo delovanje na vroče pocinkane zaščite ter na podlagi dolgoternih izkušenj s sistemi duplex.

Čeprav je predpripravo pocinkanih elementov najboljšje izvesti takoj po pocinkanju, še preden se površina kakor koli onesnaži, to ni vedno najbolj praktično. Predpripravo lahko izvedemo tudi kasneje, vendar pa je treba površino primerno očistiti in odstraniti vse sledove umazanije, kot so olje, maščobe in prah. Čiščenje ne sme pustiti za seboj nikakršnih sledi, prav tako je s krtačo treba odstraniti vse madeže. Z vodo lahko odstranimo razne soli.

Poznamo štiri metode predpriprave površine, ki pogoljujejo ustrezno podlago za nanos barvnega premaza:

RaztopinaxT-wash« oziroma njen ekvivalent

Kljub temu da ta postopek čiščenja poznamo že nekaj časa, metoda »T-wash« še vedno velja za najboljšo predpripravo za barvanje pocinkanelega jekla. »T-wash« je modificirana raztopina cinkovega fosfata, ki vsebuje manjšo količino bakrenih soli. Pri nanosu se na cinkovi površini pojavi rahel temno siv ali črn madež. Ne smemo dovoliti, da se raztopina nabira na vodoravnih površinah, kajti to bi preprečilo maksimalno vezavo barve. Vso odvečno raztopino moramo odstraniti z vodo. »T-wash« je najbolj primeren za uporabo na novo pocinkanih površinah in ni primeren za obdelavo starih površin (glej jedkanje).

»T-wash« vsebuje fosforno kislino (9,0 %), etilno raztopino (16,5 %), metilni alkohol (16,5 %) vodo (57 %) in bakrov karbonat (1 %). Poznamo več različic te raztopine, zato se pred nakupom posvetujte z dobaviteljem, saj boste le tako zagotovili najboljšo učinkovitost.

Pred prvim nanosom barve mora raztopina »T-wash« reagirati in se posušiti (dobavitelj vas bo obvestil o hitrosti delovanja raztopine). Čeprav so raziskave pokazale, da so površine, obdelane z raztopino »T-wash«, primerne za barvanje tudi po 30 dneh in je vezivnost barve še vedno dobra, priporočamo čim krajši čas med predpripravo in barvanjem. Kakšno koli sol, ki se zaradi izpostavljanja vlagi pojavi na površini, obdelani z raztopino



»T-wash«, moramo pred nanašanjem barve odstraniti s trdo krtačo. Če je površina, obdelana z raztopino »T-wash«, umazana, jo je treba očistiti v skladu z navodili in priporočili dobavitelja.

Jedkalne raztopine

Primerne so tudi jedkalne raztopine. Njihova glavna pomanjkljivost je, da v primerjavi z raztopino »T-wash« ni vidne spremembe barve. Zato se ne moremo prepričati, ali so vse površine prišle v stik z reagentom. Jedkanje je bolj primerno za starejše pocinkane površine.

Peskanje

Mehanska metoda predpriprave je peskanje z bakreno žlindro, silicijevim karbidom, pri maksimalnem pritisku 40 psi (2,7 bara). Na ta način iz cinka odstranimo minimalno količino oksidov. Pocinkana površina postane rahlo groba. Posebno pozornost je treba posvetiti peskanju debelejših pocinkanih slojev, da se ne poškoduje površina. Za zagotavljanje optimalnih rezultatov je treba ugotoviti optimalno razdaljo od šobe do obdelovanega predmeta ter kot peskanja. Jekleni sekaneč je v vsakem primeru prepovedan. Peskanje se pogosto uporablja poleg kemične priprave.

Krtačenje in pranje

Ta postopek je učinkovit samo, če je bila pocinkana površina izpostavljena vremenskim vplivom najmanj 6 mesecev. Površino pripravimo z brusnim papirjem ali sitkovo krtačo, s čimer odstranimo vse odpadajoče okside in nečistoče ter se prepričamo, da pocinkana površina še ni bila premazana.

Temu sledi čiščenje z vročim detergentom in spiranje s čisto vodo. Pred nanosom barve mora biti površina popolnoma očiščena. Metoda ni priporočljiva za pripravo površine v morskem okolju z visoko stopnjo klora.

NAVODILA ZA BARVANJE

Vsi sistemi za barvanje morajo biti prirejeni za uporabo na pocinkanem jeklu in nastavljeni v skladu s priporočili proizvajalca barv.

Izbira sistema za barvanje je odvisna od dveh dejavnikov, in sicer od načina nanašanja in delovnega okolja. Z upadom uporabe kloriranega kavčuka in aliklinih barv se za bolj agresivna okolja vse bolj uporabljajo epoksidni izdelki v debelih slojih, vinilni/vinil-kopolimerni sistemi, kjer je epoksi ojačen s steklom.

V sistemih, kjer se nanaša več slojev, se uporablja temeljna antikorozijska barva, ki vsebuje železov oksid (MIO), ker ta omogoča boljši oprijem.

Dvokomponentni poluretani in akrilni uretani se ponavadi uporabljajo kot prekrivni premazi. Omogočajo visoko trajnost in dobro ohranjanje barvo. Obstajajo naslednje alternative: akrilni epoksidni in polisiloksani. Slednji omogočajo večjo obstojnost proti abraziji, hkrati pa imajo visok sijaj in dobro ohranjanje barvo.

Trenutno se veliko uporabljajo epoksidni premazi v debelih slojih, čeprav se bolj predpisujejo vodotropni materiali, vključno s poluretanskimi, ki so bolj občutljivi na slabšo predobdelavo, vendar pa bo njihova uporaba narasla, ko bodo direktno o organskih topilih (Solvent Emissions Directive) začeli strožje uporabljati.

NAVODILA ZA PRAŠNO LAKIRANJE

Prašno lakiranje je metoda barvanja jeklenih površin, ki postaja vedno bolj razširjena. Kot vroče pocinkanje se tudi prašno lakiranje izvaja v posebnih prostorih v tovarnah, zato je maksimalna količina jeklenih proizvodov, namenjenih za prašno lakiranje, omejena. Vendar pa so lahko vroče pocinkane površine prašno lakirane.

Toplotne lastnosti pocinkanega jekla so skoraj enake tistim, ki jih ima nepocinkano jeklo, namenjeno za prašno lakiranje, in pogosto se dogaja, da jeklo najprej

pocinkamo, potem pa ga še prašno polakiramo.

Vendar pa je predpriprava vroče pocinkanega jekla odvisna od tega, katerega od mnogih tipov prašnih premazov, kot so poliester, epoksid ali hibrid, bomo uporabili. V predpripravo običajno spada kemična predpriprava, kot je kromatiranje ali fosfatiranje, nežna toplotna obdelava, ki ji sledi nanos prahu. Uspešen nanos prašnega laka na katerokoli jekleno površino zahteva upoštevanje vseh posameznih korakov navodil, ki jih predpisuje proizvajalec prašnega premaza. Zato lahko to nalogo opravljata le izkušen oziroma izurjen izvajalec. Kot pri mokrih barvah, je tudi tukaj na voljo široka paleta barv. Prašno pokritje pocinkanega jekla za arhitekturne namene opredeljuje standard EN 13438.

Pomembno je, da pocinkovalca obvestimo, da bomo izdelali kasneje prašno lakirali, tako da bodo postopki po pocinkanju usklajeni z izvajalcem prašnega lakiranja.

Za neposredni nanos na pocinkano jeklo je na voljo omejeno število izdelkov. S primerno pripravo pri uporabi barv za neposredni nanos ni potrebna kemična ali mehanska predpriprava. Ti izdelki se uporabljajo za različne namene.

STANDARDI ASTM	STANDARDI DIN	ŠVEDSKI STANDARDI	AVSTRALSKI STANDARDI
A 123/A 123M – 02 Z vročim pocinkanjem zaščiteni proizvodi.	DIN 267 Vroče pocinkani vijaki.	SS 3192 Vroče pocinkani navojni elementi.	AS/NZS 4680 Vroče pocinkani železni obdelovanci.
A90/A 90M – 01 Testna metoda teže cinkove zaščite jeklenih in železnih predmetov.	DIN EN ISO 1461 Vroče pocinkani železni proizvodi – specifikacije in testne metode.	SS 055900 Peskano jeklo.	AS/NZS 4534 Cinkova in cink-aluminijeva zaščita žice.
A143 – 03 Zaščita pred krhkostjo.	DIN 50978 Testiranje veznosti cinkove prevleke.	SS 3583 Navodila in zahteve za vroče pocinkanje.	AS/NZS 4791 Vroče pocinkana prevleka na jeklu z in-line postopkom.
A153/A 153M – 05 Z vročim pocinkanjem zaščitenе železne in jeklene aparature.	DIN 50933 Merjenje debeline zaščite z iglastim instrumentom.	SS EN ISO 1461 Vroče pocinkana zaščita železa in jekla – specifikacija in testne metode.	AS/NZS 4792 Vroče pocinkana zaščita votlih profilov, nanesena s kontinuirnim ali posebnim postopkom.
A325 – 06 Visokotrdni oglikovi jekleni vijaki.	DIN 51213 Pocinkana valovita jeklena pločevina.	ISO 1459 Zaščita z vročim pocinkanjem, vodilna načela.	
A384 – 02 Zaščita pred zvrtjem.	DIN 50961 Elektroplaitanje.	ISO 2063 Kovinsko razpriševanje s cinkom in aluminijem.	
A385 – 05 Zagotavljanje visoko kvalitetne cinkove zaščite.	DIN EN ISO 2063 Z razpriševanjem nanesena aluminijeva in cinkova zaščita.	ISO 2081 Elektroplaitane cinkove prevleke.	
A653/A 653M-06 Vroče pocinkanje pločevine.		ISO 2375 Kontinuirna vroče pocinkana pločevina.	
A767/A 767M – 05 Vroče pocinkanje armaturnega železa.			
A780 – 01 Popravlilo poškodovane vroče pocinkane prevleke.			

13. POGlavJE

SVETOVALNE STORITVE

ZDRUŽENJE POCINKOVALCEV VELIKE BRITANIJE IN REPUBLIKE IRSKE

Združenje pocinkovalcev je bilo ustanovljeno leta 1949 in združuje vodilna pocinkovalna podjetja na britanskem otoku in po vsem svetu. Na britanskem otočju več kot 90 % dela opravijo člani, v mednarodnem prostoru pa ima združenje več kot 60 pridruženih članov iz 28 držav, med njimi tudi podjetje Pocinkovalnica, d.o.o. iz Slovenije.

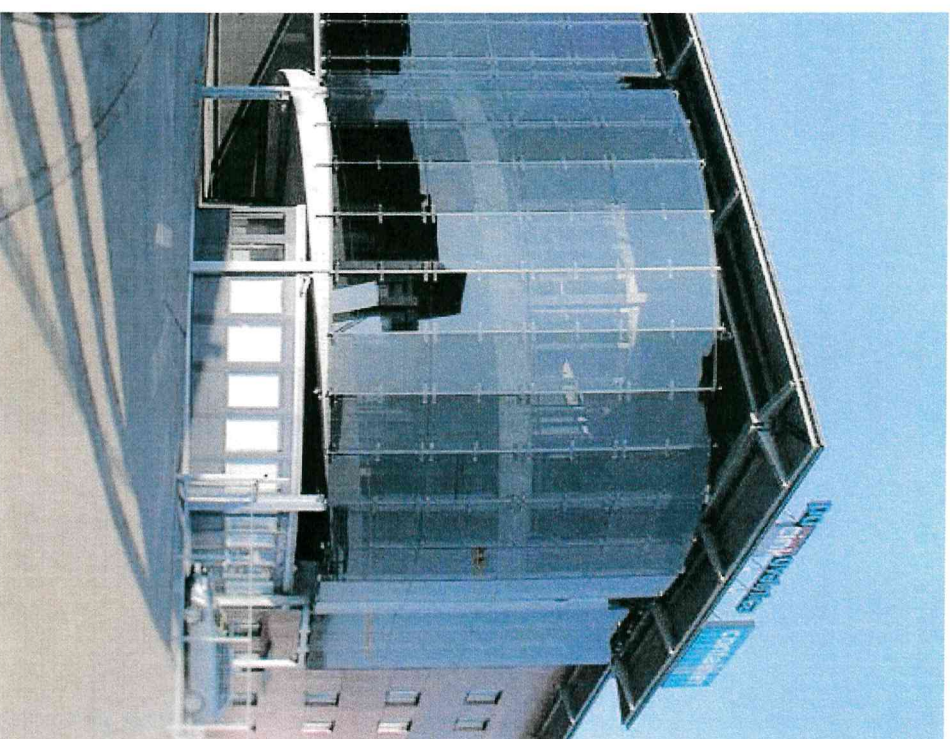
Združenje pocinkovalcev je neprifitna organizacija, ki javno predstavlja vroče pocinkano jeklo in zagotavlja tehnično svetovanje in informacije proizvajalcem in uporabnikom. Običajno so vse informacije in svetovanja brezplačni.

SPODAJ SO NAŠTETA NEKATERA PODROČJA, KI JIH LAHKO NAJDEMO V PUBLIKACIJAH ZDRUŽENJA POCINKOVALCEV:

- UPORABA
- ORGANSKI PREMAZI NA POCINKANIH POUVRŠINAH
- SPOJNI ELEMENTI
- PROJEKTIranJE
- VARJENJE
- INFORMACIJE O KAKOVOSTI
- OBSTOJNOST
- ZGODOVINA

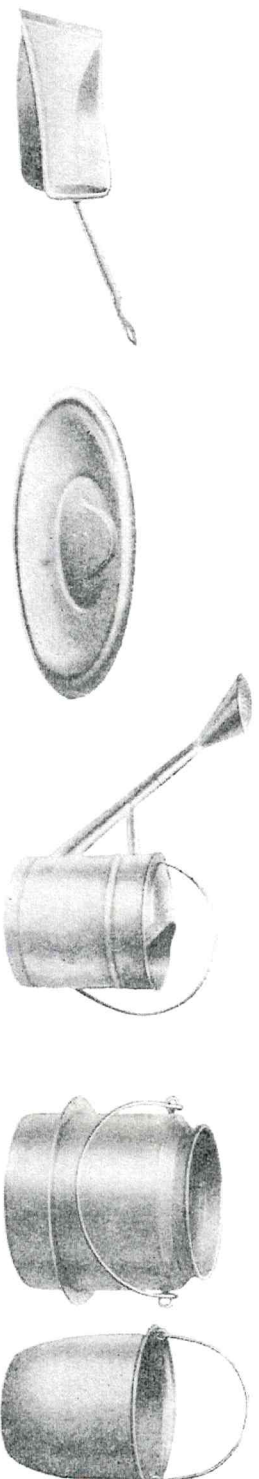
ZA DODATNE INFORMACIJE:

- obiščite spletni naslov:
www.pocinkovalnica.si
www.galvanizing.org.uk;
- naročite se na revijo »Vročje pocinkanje« (revija izhaja na tri mesece in opisuje najpomembnejše projekte po Evropi).



14. POGlavJE

TRADICIJA VROČEGA POCINKANJA V SVETU IN SLOVENIJI



Začetki vročega pocinkanja, kot postopka antikorozijske zaščite izdelkov iz železa in jekla, segajo v 16. in 17. stoletje, ko prvič zasledimo trgovanje s cinkom v Kitajski in Severni Indiji. Takrat se začne uporabljati tudi izraz »korozija«. Leta 1742 Francoz Malouin iznajde postopek, pri katerem železo namoči v raztaljen cink in ga tako zaščiti s cinkovo prevleko. Postopek vročega pocinkanja patentira leta 1837 Sorel. Po letu 1840 začnejo rasti prve pocinkovalnice v Franciji, Angliji in Nemčiji.

Vročje pocinkanje ima v Sloveniji, v Celju, skoraj stotletno tradicijo. Zgodba se začne leta 1893, ko je v Gaberjah pri Celju westfalski Nemec Adolf Westen starijši ustanovil Tovarno emajlirane posode. V času, ko je tudi slovenske dežele zajel val pospešene industrializacije, ko je mesto ob Savinji z za tiste čase odlično razvito obrtijo, hitrim dotokom svežega kapitala in posledično močnim priseljevanjem delovne sile začelo prenaščati v pomembno industrijsko središče.

Pocinkano in brušeno posodo je Westnova tovarna začela izdelovati neposredno pred drugo svetovno vojno, leta 1913. Iz

statuta novoustanovljene delniške družbe »A. Westen delniško društvo v Celju« leta 1924 je razvidno, da je njena dejavnost med drugim bila tudi »obratovanje, ki obsega izdelovanje hišne, kuhinjske in gospodarske opreme iz železne, jeklene ali aluminijaste pločevine, v surovi, postekleni, brušeni, **pocinkani** ali pokostirni izvedbi«. Konec 20. let prejšnjega stoletja je tovarna doživela obsežna investicijska vlaganja – tako so v letih 1929 in 1930 postavili tudi novo pocinkovalnico. Čeprav je levji delež proizvodnje in prodaje tovarne predstavljala emajlirana posoda, tudi njena pocinkana izvedba ni bila zanemarljiva: leta 1932 so tako izdelali 350 ton, leta 1938 pa že dobrih 538 ton pocinkane posode.

Po II. svetovni vojni je nova oblast tovarno zaplenila. Leta 1947 je povprečna meza na uro v tovarni znašala slabih 12 dinarjev, kilogram pocinkane posode pa je na trgu veljal 60 dinarjev. Leta 1960 so pocinkovalnico v okviru tovarne EMO rekonstruirali in posodobili.

Tradicijo vročega pocinkanja v Celju uspešno razvija podjetje Pocinkovalnica

d. o. o., ki je leta 2006 izgradilo popolnoma novo proizvodno halo s kapaciteto 60 000 ton pocinkanih proizvodov letno.

Proizvodna linija Pocinkovalnice d.o.o. spada med naj sodobnejše in najzmogljivejše v Evropi. Med drugim so njena posebnost velike kadi, ki omogočajo pocinkanje konstrukcij dimenzij 12,6 m x 1,7 m x 2,9 m ter teže do 7 ton. Proizvodna linija ustreza tudi zadržim zahtevam evropske IPPC direktive (Integrated Pollution Prevention and Control), ki zahteva uporabo BAT tehnologij (Best Available Techniques). To so tehnologije, ki narekujejo procese s čim manjšim oz. z zmanjšanim vplivom na okolje. Tako ima ta pocinkovalnica oba možna vira emisij v zrak - to sta cinkova peč in kadi z kemikalijami – nameščena v zaprtih konorah, hlape in dimne pa spjeljane preko filtrirnih naprav. Iztoka v vodotoke oz.roma v kanalizacijo ni več, saj se izpirne vode vračajo v proces.

V svetu nenehno narašča uporaba antikorozijske zaščite z vročim pocinkanjem. Potreba za cinkom je tako narasla z 7,5 mio ton leta 1995 na današnjih 11 mio ton, od katerih gre 47 %

za antikorozijsko zaščito. Temu porastu je v veliki meri botrovala Kitajska, ki je največji porabnik cinka – predstavlja 29 % svetovne porabe in je hkrati tudi največji proizvajalec cinka s četrtno svetovne proizvodnje.

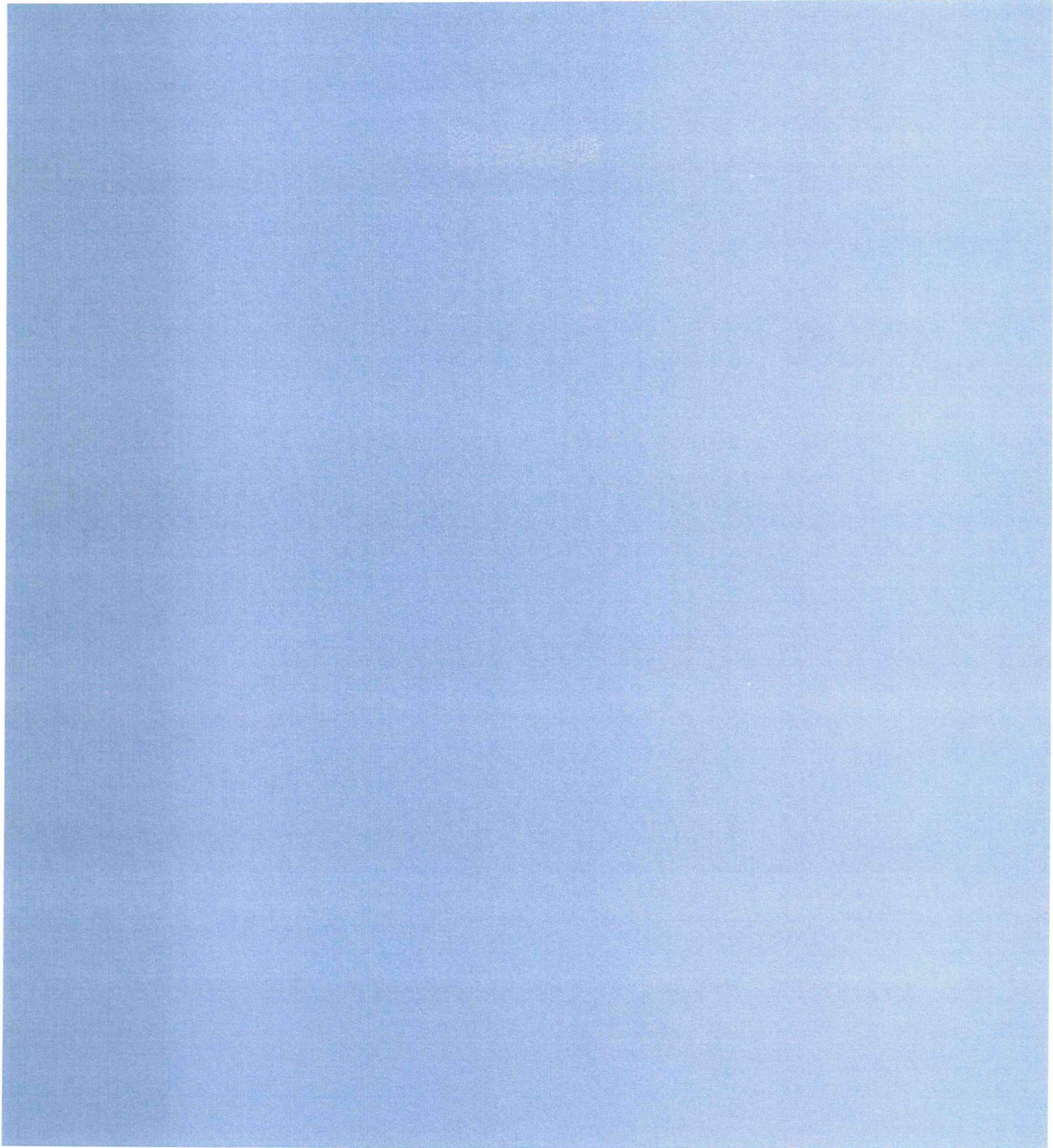
Vzroke za prevladujočo uporabo vročega pocinkanja pred ostalimi načini antikorozijske zaščite – predvsem barvanjem, lahko najdemo v njegovih cenah, saj so relativni stroški antikorozijske zaščite 20 mm pločevine enaki stroškom peskanja in lakiranja, nato pa ti strojno padajo v korist vročega pocinkanja in so pri zaščiti 3 mm pločevine primerljivi z lakiranjem nižji za polovico. Pocinkane prevleke imajo neprimerljivo večjo odpornost na mehanske obremenitve ter nenazadnje je njihova največja prednost - izredno dolga življenjska doba, ki v normalnih klimatskih pogojih znaša vsaj 100 let. Vročje pocinkanje se tako ni uveljavilo samo kot antikorozijska zaščita večjih jeklenih konstrukcij, objektov in cestne opreme, uporablja se tudi za zaščito manjših kosov, kot so prikolice, ograje, rešetke itd.

Odlotitev za vročje pocinkanje se zagotovo obrestuje.

15. POGlavJE

SLOVARČEK STROKOVNIH IZRAZOV

Slovensko	Deutch	English	Srpsko	Pojasnitev
vroče pocinkanje	Feuerverzinken	Hot dip galvanizing	Toplo cinkovanje	Antikorozijska zaščita jekla s cinkom - potapljanjem elementov v razstavljeni cink
galvansko pocinkanje	Elektrolitisches Verzinken	Zinc plating	Galvanizacija	Antikorozijske zaščite jekla s cinkom - na osnovi elektrolita, cinkove anode in katode
metalizacija c cinkom	Spritzverzinken	Zinc spraying	Metalizacija cinkom	Antikorozijske zaščite jekla s cinkom - brizganjem raztaljene cinkove žice s pištolo
šerardiziranje	Sheardisieren	Sheardizing	šerardiziranje	Antikorozijske zaščite jekla s cinkom - vrtenje elementov in cinkovega prahu v bobnih pri visoki temperaturi
kontinuirno vroče pocinkanje	Kontinuierliches Feuerverzinken	Continuous hot dip galvanizing	Kontinuirano toplo cinkovanje	Kontinuirni postopek vročega pocinkanja, kjer se skozi talino neprekinjeno cinka pločevina ali žica
vroče pocinkanje pločevine	Kontinuierliches Feuerverzinken von Bandstahl	Continuous hot dip galvanized sheet	Toplo cinkovanje limova	Pločevina zaščiten s cinkom s postopkom kontinuirnega vročega pocinkanja
vroče pocinkanje žice	Drahtverzinken	Continuous hot dip galvanized wire	Kontinuirano toplo cinkovanje žice	Žica zaščiten s cinkom s postopkom kontinuirnega vročega pocinkanja
kemijske kadi	Chemische Bädern	Chemical baths	Hemijske kade	Kadi, kjer se nahajajo kemijske raztopine za čiščenje površine jekla pred pocinkanjem
cinkov kotel	Zink Kessel	Zinc kettle	Kada sa cinkom	Jeklena kad, v kateri se nahaja cinkova talina
cinkova peč	Verzinkungsöfen	Zinc furnace	Cink kotao	Peč, ki ogreva cinkov kotel
sušilnica	Trockenofen	Drying oven	Sušara	Zaprt prostor, kjer se elementi posušijo in predgrejejo pred potapljanjem v cink
razmaščevanje	Entfetten	Degreasing	Odmaščevanje	Odstranjevanja maščob z jeklih elementov s potapljanjem v raztopino razmaščevalca
luženje	Beizen	Pickling	Bajcovanje	Odstranjevanje rje in valjalniške škaje iz jekl. elementov s potapljanjem v kislino
razcinkanje	Entzinken	Stripping	Rascinkanje	Odstranjevanje cinkove prevleke s potapljanjem v kislino za razcinkanje
sipranje	Spülen	Rinsing	Isipranje	Sipranje ostanke kisline iz jeklen. elementov s potapljanjem v vodo
fluksanje	Fluxen	Fluxing	Fluxiranje	Nanašanje raztopine cinkamonijevega klorida s potapljanjem v koppel fluksa
cinkova prevleka	Zinküberzug	Zinc coating	Cink prevlaka	Prevleka iz cinka na jeklu nastala s postopkom nanašanja cinka
cink-železove plasti	Eisen-Zink legierungsschichten	Ironzinc alloys	Fero-cink legure	Intrikristalne plasti cinka in železa, ki tvorijo cinkovo prevleko, nastalo pri postopku vročega pocinkanja
oddrachevanje	Entlüftung	Ventilation	Ozračevanje	Odrachevanje cevi oz. votlih delov konstrukcij z odprtinami dotok/ iztok cinka ter izhod zraka v 1/2 notranjosti votlih profilov
termične deformacije	Thermische verzug	Thermic distortion	Termičke deformacije	Zvijte jeklenega elementa med potapljanjem v talino, zaradi sproščanja njegovih notranjih napetosti
bela rja	Weißrost	White rust	Bela rđa	Oksidni belkasto-sivi prah na cinkovi prevleki, nastal zaradi kondenza ali dežja



PO **GINK** ovalnica